

**О.П. Кравчук, В.І. Медведєв, П.Г. Жмінко, А.П. Гринько,
С.Г. Сергєєв, О.М. Багацька, І.П. Павленко**

Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», м. Київ, Україна

ОЦІНКА НЕБЕЗПЕЧНОСТІ, КОМПЛЕКСНЕ ГІГІЄНІЧНЕ НОРМУВАННЯ СУЛЬФОКСАФЛОРУ В СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ПРОДОВОЛЬЧІЙ СИРОВИНІ, ОБ'ЄКТАХ ВИРОБНИЧОГО І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА ОБҐРУНТУВАННЯ РЕГЛАМЕНТІВ БЕЗПЕЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ ІНСЕКТИЦИДУ НА ЙОГО ОСНОВІ

РЕЗЮМЕ. Сульфоксафлор рекомендується для застосування в якості інсектициду на пшениці, ячменю, ріпаку, буряку цукровому, яблуні та капусті.

У ДП «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України» проведено дослідження з токсиколого-гігієнічної оцінки сульфоксафлору та інсектициду Трансформ, ВГ на його основі; обґрунтовано ДДД сульфоксафлору для людини, гігієнічні нормативи речовини та регламенти безпечно застосування препарату.

Мета. Токсиколого-гігієнічна оцінка сульфоксафлору та інсектициду на його основі, оцінка ризику впливу на сільськогосподарських робітників і населення.

Методи. Експертно-аналітичні, токсикологічні, фізико-хімічні, гігієнічні.

Результати. За параметрами токсичності сульфоксафлору і препарат Трансформ, ВГ відносяться до пестицидів 2 класу небезпечності за лімітуючим критерієм шкідливості – репродуктивна токсичність сульфоксафлору. Він справляє політропну дію на організм з переважним ураженням печінки та репродуктивних органів. Мутагенна, канцерогенна і тератогенна активність та ембріотоксичність сульфоксафлору не є лімітуючими при оцінці його небезпечності.

У результаті польових досліджень встановлено, що залишкові кількості сульфоксафлору не виявлено в зерні урожаю пшениці та ячменю, насінні урожаю ріпаку та олії з неї, коренеплодах урожаю буряку цукрового, урожаю яблук та соку з них, капусті на рівні межі методів визначення.

Ступінь можливого професійного ризику впливу флупірадіфурону в разі надходження до організму сільськогосподарських робітників інгаляційним і дермальним шляхами не перевищує допустимий рівень.

Висновки. Застосування інсектициду Трансформ, ВГ на основі сульфоксафлору в сільському господарстві України на пшениці, ячменю, ріпаку, буряку цукровому, яблуні та капусті за дотримання гігієнічних нормативів і регламентів не є небезпечним з позиції можливості забруднення сульфоксафлором врожаю сільськогосподарських культур та об'єктів довкілля.

Ключові слова: інсектицид, сульфоксафлор, токсикологічні властивості, гігієнічні нормативи і регламенти, оцінка небезпеки.

O. Kravchuk, V. Medvediev, P. Zhminko, A. Hrynko, S. Serheiev, O. Bahatska, I. Pavlenko

State Enterprise "L.I. Medved's Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health of Ukraine", Kyiv, Ukraine

HAZARD ASSESSMENT, COMPLEX HYGIENIC STANDARDIZATION OF SULFOXAFLOR IN AGRICULTURAL FOOD RAW MATERIALS, PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL OBJECTS; JUSTIFICATION OF REGULATIONS FOR THE SAFE USE OF THE INSECTICIDE BASED ON IT

ABSTRACT. Sulfoxaflor is recommended for use as an insecticide on wheat, barley, rapeseed, sugar beet, apple and cabbage.

In the State Enterprise "L.I. Medved's Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine" a study was conducted on the toxicological and hygienic assessment of sulfoxaflor and the insecticide Transform, WG based on it; PDD of sulfoxaflor for humans, hygienic standards of the substance and regulations for safe use of the drug are substantiated.

Aim. Toxicological and hygienic assessment of sulfoxaflor and its insecticide, assessment of the risk of exposure to agricultural workers and the population.

Methods. Expert-analytical, toxicological, physico-chemical, hygienic.

Results. According to the parameters of toxicity, sulfoxaflor and the drug Transform, WG belong to pesticides of the 2nd class of danger according to the limiting criterion of harmfulness – the reproductive toxicity of sulfoxaflor. It has a polytropic effect on the body with predominant damage to the liver and reproductive organs. Mutagenic, carcinogenic and teratogenic activity and embryotoxicity of sulfoxaflor are not limiting when assessing its danger.

As a result of field studies, it was established that residual amounts of sulfoxaflor were not detected in the grain of the wheat and barley crops, the seeds of the rape crop and its oil, the roots of the sugar beet crop, the apple crop and their juice, cabbage at the limit level of detection methods.

The degree of possible professional risk of exposure to flupyradifurone in case of entering the body of agricultural workers by inhalation and dermal routes does not exceed the permissible level.

Conclusions. The use of the insecticide Transform, WG based on sulfoxaflor in the agriculture of Ukraine on wheat, barley, rapeseeds, sugar beetroots, apples and cabbage in compliance with hygienic standards and regulations is not dangerous talking about the sulfoxaflor contamination possibility of agricultural crops and environmental objects.

Keywords: insecticide, sulfoxaflor, toxicological properties, hygienic standards and regulations, hazard assessment.

Вступ. Впровадження нових хімічних засобів захисту рослин у сільське господарство потребує токсиколого-гігієнічної оцінки їхньої небезпечності, гігієнічного нормування діючих речовин та обґрунтування регламентів безпечного застосування препаратів на цій основі.

Однією з нових діючих речовин є інсектицид сульфоксафлор, який входить до складу препарату Трансформ, ВГ (д.р. – сульфоксафлор, 500 г/кг) і рекомендований для застосування на пшениці, ячмені, ріпаку, буряку цукровому, яблуни та капусти.

Сульфоксафлор – єдиний представник класу сульфоксимінів (підгрупа 4С ІРАС) щодо контролю таких шкідників як попелиці. Його особливість – це складна та унікальна взаємодія з нікотиновими ацетилхоліновими рецепторами комах (nAChR), що є принциповою відмінністю від інсектицидів даного класу.

Інсектицид контролює цільових шкідників, контактуючи та потрапляючи до їхнього організму разом із соком обробленої рослини. Для препарату характерна системна та трансламінарна дія, що дає змогу знищувати шкідників переважно на нижньому боці листків.

Мета. Оцінка небезпечності сульфоксафлору та препарату Трансформ, ВГ; обґрунтування допустимої добової дози (ДДД) сульфоксафлору для людини, його гігієнічних нормативів у зерні пшениці та ячменю, насінні та олії ріпаку, буряку цукровому, яблуках та яблучному соку, капусті, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм та ґрунті, а також вимог безпеки під час застосування інсектициду, термінів відновлення робіт, очікування до збору врожаю після застосування препарату.

Introduction. The introduction of new chemical means of plant protection in agriculture requires a toxicological-hygienic assessment of their danger, hygienic standardization of active substances and substantiation of regulations for the safe use of drugs on this basis.

One of the new active substances is the insecticide sulfoxaflor, which is part of the drug Transform, WG (drugs – sulfoxaflor, 500 g/kg) and is recommended for use on wheat, barley, rapeseeds, sugar beetroots, apples and cabbage.

Sulfoxaflor is the only representative of the sulfoximines class (IRAC subgroup 4C) for the control of such pests as aphids. Its feature is a complex and unique interaction with insect nicotinic acetylcholine receptors (nAChR), which is a fundamental difference from insecticides of this class.

The insecticide controls the target pests by contacting and entering their bodies along with the sap of the treated plant. The drug is characterized by systemic and translaminar action, which makes it possible to destroy pests mainly on the underside of leaves.

Purpose. Assessment of the danger of sulfoxaflor and the drug Transform, WG; substantiation of the permitted daily dose (PDD) of sulfoxaflor for humans, its hygienic standards in wheat and barley grain, rapeseed and oil, sugar beet, apples and apple juice, cabbage, air of the working area, atmospheric air, water of reservoirs and soil, as well as requirements safety during the use of the insecticide, terms of resuming work, waiting until harvesting after the use of the drug.

Матеріали та методи дослідження. Хімічна назва і фізико-хімічні властивості сульфоксафлору наведено в табл. 1.

Токсикологічну та гігієнічну оцінку препарату Трансформ, ВГ та його діючої речовини – сульфоксафлору, обґрунтування ДДД сульфоксафлору проводили за результатами досліджень фірми-виробника та за даними літератури [1-5], відповідно до методичних вказівок [6] і діючої в Україні гігієнічної класифікації [7]. Динаміку вмісту сульфокса-

Research materials and methods. The chemical name, physical and chemical properties of sulfoxaflor are given in tabl. 1.

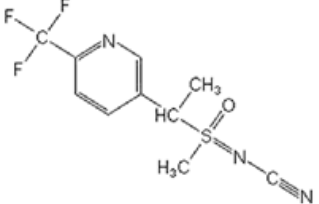
The toxicological and hygienic assessment of the drug Transform, WG and its active substance – sulfoxaflor, the justification of the PDD of sulfoxaflor was carried out based on the results of research by the manufacturer and according to the literature [1-5], in accordance with the methodological instructions [6] and the hygienic classification which is used in Ukraine [7]. The

Таблиця 1

Фізико-хімічні властивості сульфоксафлору

Table 1

Physicochemical properties of sulfoxaflor

Показники, одиниці вимірювання / Indicators, units of measurement	Значення / Value
Хімічна назва / Chemical name	– [метил (оксо) (1-[6-(трифторметил)-3-піридил]етил)-γ6-сульфаніліден]ціамід (IUPAC) / – [methyl (oxo) (1-[6-(trifluoromethyl)-3-pyridyl]ethyl)-γ6-sulfanilidene]cyamide (IUPAC) – N-[метилоксидо[1-[6-(трифторметил)-3-піридиніл]етил]-γ4-сульфаніліден]ціамід (CA) / – N-[methyloxido[1-[6-(trifluoromethyl)-3-pyridinyl]ethyl]-γ4-sulfanilidene]cyamide (CA).
Структурна формула	
CAS RN:	[946578-00-3]
Відносна молекулярна маса / Relative molecular weight	277, 27
Емпірична формула / Empirical formula	C ₁₀ H ₁₀ F ₃ N ₃ OS
Агрегатний стан, колір / Aggregate state, colour	порошок білого кольору / white powder
Температура кипіння, °C / Boiling point, °C	112,93
Тиск пари, Па / Steam pressure, Pa	≤ 2,5 x 10 ⁻⁶ (25°C); ≤ 1,4 x 10 ⁻⁶ (20°C)
Розчинність у воді, мг/мл (20°C) / Solubility in water, mg/ml (20°C)	1380 (pH - 5), 570 (pH - 7), 550 (pH - 9)
Розчинність в органічних розчинниках, г/л (20°C) / Solubility in organic solvents, g/l (20°C)	метанолі – 93,1, ацетоні – 217, ксилолі – 0,793, 1,2-дихлоретані – 39,6, етилацетаті – 95,2, н-гептані – 0,000242, н-октанолі – 31,66 / methanol – 93.1, acetone – 217, xylene – 0.793, 1,2-dichloroethane – 39.6, ethyl acetate – 95.2; n-heptanes – 0.000242, n-octanols – 31.66

флору в сільськогосподарських культурах, обґрунтування його максимально допустимих рівнів (МДР) вмісту в зерні пшениці та ячменю, насінні та олії ріпаку, буряку цукровому, яблуках, яблучному соку та капусти вивчали відповідно до [6] і основних принципів, викладених у керівництвах Продовольчої та сільськогосподарської організації ООН (FAO) [8]. Відбір і транспортування проб для досліджень здійснювали згідно з уніфікованими правилами [9].

Вміст сульфоксафлору в досліджуваних об'єктах визначали відповідно до вимог рекомендованих методичних вказівок. Межі кількісного визначення (МКВ) – методами високоефективної рідинної хроматографії (ВЕРХ) у зерні хлібних злаків та буряку цукровому – 0,02 мг/кг, насінні та олії ріпаку – 0,1 мг/кг, яблуках – 0,1 мг/л, яблучному соку – 0,01 мг/кг, капусті – 0,1 мг/кг [10-12].

З метою обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу (ОБРВ) сульфоксафлору в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі керувалися методичними вказівками [13-15].

Розробку та обґрунтування гранично допустимої концентрації (ГДК) сульфоксафлору у воді водойм проводили згідно з методичними вказівками [6] та основними положеннями [16, 17]. Відповідно до розроблених методичних вказівок з визначення сульфоксафлору у воді водойм МКВ речовини – методом ВЕРХ – 0,002 мг/дм³ [18].

Обґрунтування орієнтовно допустимої концентрації (ОДК) сульфоксафлору в ґрунті проводили відповідно до методичних вказівок [6, 19]. МКВ сульфоксафлору в ґрунті – методом ВЕРХ відповідно до розроблених методичних вказівок – 0,05 мг/кг [20].

Для прогнозування небезпечності впливу сульфоксафлору на сільськогосподарських робітників під час його застосування розраховували коефіцієнти вибіркової дії (КВД), які є відношенням ефективної норми витрати й величин середньосмертельних доз за нанесення речовини на шкіру (КВД_ш) та концентрацій за інгаляційного впливу (КВД_і). Результати оцінювали за шкалою: КВД < 1 – надзвичайно низька вибіркова дія, КВД від

dynamics of sulfoxaflor content in agricultural crops, the substantiation of its maximum permissible content levels (MPL) in wheat and barley grains, rapeseed and oil, sugar beetroots, apples, apple juice and cabbage were studied in accordance with [6] and the basic principles outlined in the guidelines of Food and Agricultural Organization UN (FAO) [8]. The selection and transportation of samples for research was carried out in accordance with the unified rules [9].

The content of sulfoxaflor in the studied objects was determined in accordance with the requirements of the recommended methodological instructions. Limits of quantification (LQ) – by high-performance liquid chromatography (HPLC) methods in cereal grains and sugar beetroots – 0.02 mg/kg, rapeseed and oil – 0.1 mg/kg, apples – 0.1 mg/l, apple juice – 0.01 mg/kg, cabbage – 0.1 mg/kg [10-12].

For the purpose of substantiating the estimated safe exposure levels (SELs) of sulfoxaflor in the air in the working area and atmospheric air, methodological guidelines [13-15] were used.

The development and substantiation of the maximum permissible concentration (MPC) of sulfoxaflor in the water of reservoirs was carried out in accordance with methodological guidelines [6] and basic provisions [16, 17]. According to the developed methodological guidelines for determining sulfoxaflor in the water of reservoirs, the substance is 0.002 mg/dm³ by HPLC [18].

The substantiation of the tentatively permissible concentration (TPC) of sulfoxaflor in the soil was carried out in accordance with methodological instructions [6, 19]. LQ of sulfoxaflor in the soil – by the HPLC method in accordance with the developed methodological instructions – is 0.05 mg/kg [20].

To predict the danger of exposure to sulfoxaflor on agricultural workers during its use, selective action coefficients (SACs) were calculated, which are the ratio of the effective rate of consumption and the values of average lethal doses for application of the substance to the skin (SAC_d) and concentrations for inhalation exposure (SAC_i). The results were evaluated according to the scale:

1 до 99 – низька вибіркова, $KVD \geq 100$ – достатня вибіркова дія [21].

Досліджували та оцінювали небезпечність впливу препарату Трансформ, ВГ на сільськогосподарських робітників під час його застосування та обробки площ після використання, а також потенційний вплив на населення на межі санітарно-захисної зони відповідно до методичних вказівок [6] та рекомендацій [22].

Вміст сульфоксафлору в об'єктах виробничого та навколишнього середовища виявляли відповідно до вимог методичних вказівок [20, 23]. Межі кількісного визначення діючої речовини методом ВЕРХ у повітрі робочої зони – $0,25 \text{ мг/м}^3$, атмосферному повітрі – $0,0006 \text{ мг/м}^3$ і ґрунті – $0,05 \text{ мг/кг}$.

Результати та обговорення. Відповідно до Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98) [7] сульфоксафлор технічний за параметрами гострої пероральної та дермальної токсичності відноситься до 4 класу небезпечності, гострої інгаляційної токсичності – до 3 класу, за подразнюючою дією на шкіру – до 3 класу, на слизові оболонки очей – до 2 класу, за алергенною дією – до 4 класу, за мутагенною активністю – до 4 класу, канцерогенною і тератогенною активністю – до 3 класу, репродуктивною токсичністю – до 2 класу небезпечності. За лімітуючим показником токсичності (репродуктивна токсичність) сульфоксафлор відноситься до пестицидів 2 класу небезпечності.

Препарат Трансформ, ВГ відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 [7] за параметрами гострої пероральної та дермальної токсичності відноситься до 4 класу небезпечності, гострої інгаляційної токсичності – до 3 класу, за подразнюючою дією на шкіру – до 3 класу, на слизові оболонки очей – до 2 класу, за алергенною дією – до 4 класу небезпечності. За лімітуючим критерієм шкідливості (репродуктивна токсичність сульфоксафлору) препарат Трансформ, ВГ відноситься до пестицидів 2 класу небезпечності.

Токсикокінетику і метаболізм сульфоксафлору вивчено на щурах та мишах після одноразового перорального введення радіоактивно міченої речовини в дозах 5 та 100 мг/кг .

$SAC < 1$ – extremely low selective effect, SAC from 1 to 99 – low selective effect, $SAC \geq 100$ – sufficient selective effect [21].

The dangerousness of the effect of the drug Transform, WG on agricultural workers, during its application and cultivation of areas after use, as well as the potential impact on the population at the boundaries of the sanitary protection zone were studied and evaluated in accordance with methodological instructions [6] and recommendations [22].

The content of sulfoxaflor in industrial and environmental objects was detected in accordance with the requirements of methodological instructions [20, 23]. Limits of quantitative determination of the active substance by the HPLC method in the air of the working area – 0.25 mg/m^3 , atmospheric air – 0.0006 mg/m^3 and soil – 0.05 mg/kg .

Results and discussion. According to the hygienic classification of pesticides by degree of danger (DSanPiN 8.8.1.002-98) [7] technical sulfoxaflor belongs to the 4th class of danger according to the parameters of acute oral and dermal toxicity, acute inhalation toxicity – to the 3rd class, according to the irritating effect on the skin – up to class 3, on the mucous membranes of the eyes – up to class 2, according to allergenic effect – up to class 4, according to mutagenic activity – up to class 4, carcinogenic and teratogenic activity – up to class 3, reproductive toxicity – up to class 2 of danger. According to the limiting indicator of toxicity (reproductive toxicity), sulfoxaflor belongs to pesticides of the 2nd class of danger.

The drug Transform, WG, upon DSanPiN 8.8.1.002-98 [7], according to the parameters of acute oral and dermal toxicity, belongs to the 4th class of danger, acute inhalation toxicity – to the 3rd class, according to the irritating effect on the skin – to the 3rd class, on the mucous membranes of the eyes – up to the 2nd class, according to the allergenic effect – up to the 4th class of danger. According to the limiting criterion of harmfulness (reproductive toxicity of sulfoxaflor), the drug Transform, WG belongs to pesticides of the 2nd class of danger.

The toxicokinetics and metabolism of sulfoxaflor were studied in rats and mice after a

Показано, що сульфоксафлор швидко абсорбується в шлунково-кишковому тракті (щурі $\approx 95\%$, миші $\approx 87\%$) і виводиться з сечею (щурі – 87-95% і миші – 80-85% за 72 години). Максимальна концентрація речовини в крові спостерігалася в межах 2 годин після введення. Радіоактивність була найвищою в шлунково-кишковому тракті, тканинах печінки, нирок та сечового міхура. Рівень радіоактивності в плазмі становив $\approx 50-60\%$ від радіоактивності в нирках та печінці. Елімінація сульфоксафлору з крові була моноекспоненційною – період напіввиведення з плазми та еритроцитів у самців щурів становив 9 та 11 годин, у самок – 7 та 8 годин відповідно. Вихідна речовина була єдиним компонентом, виявленим у нирках, печінці та плазмі в кількостях вищих за рівні межі виявлення.

Таким чином, сульфоксафлор швидко та добре адсорбується при пероральному введенні, широко розподіляється по організму без метаболічних перетворень із найвищими рівнями в органах шляху надходження і екскреції. Біокумуляцію в тканинах не виявлено.

Сульфоксафлор справляє політропну дію на організм з переважним ураженням печінки та репродуктивних органів. Вибіркової імунотоксичної та нейротоксичної дії не виявлено. У досліді з вивчення нейротоксичної дії на розвиток потомства встановлені NOAEL для вагітних та лактуючих самок – 32 мг/кг, для розвитку плодів – 8 мг/кг та для неонатальної токсичності – 2 мг/кг. Мутагенну активність не виявлено. Канцерогенні, ембріотоксичні та фітотоксичні ефекти дії сульфоксафлору, що мали місце, у щурів є видоспецифічними. Це доведено цільовими дослідженнями механізму дії сульфоксафлору.

За даними EFSA сульфоксафлор не класифікується і не пропонується використовувати як токсичну речовину для репродуктивної функції. Адже, ефекти в ячках, епідідимидах, додаткових статевих залозах і препуціальної залозі, ймовірно, були спричинені посиленням вироблення дофаміну, а не діяльністю людей. Крім того, сульфоксафлор не викликав трансактивації андрогенних та естрогенних рецепторів та не інгібував аро-

single oral administration of the radioactively labeled substance in doses of 5 and 100 mg/kg.

It has been shown that sulfoxaflor is rapidly absorbed in the gastrointestinal tract (rats $\approx 95\%$, mice $\approx 87\%$) and excreted in the urine (rats – 87–95% and mice – 80–85% in 72 hours). The maximum concentration of the substance in the blood was observed within 2 hours after administration. Radioactivity was highest in the gastrointestinal tract, liver, kidney and bladder tissues. The level of radioactivity in the plasma was $\approx 50-60\%$ of the radioactivity in the kidneys and liver. The elimination of sulfoxaflor from the blood was monoexponential – the period of semi-excretion from plasma and erythrocytes in male rats was 9 and 11 hours, in females – 7 and 8 hours, respectively. The parent substance was the only component detected in kidney, liver and plasma in amounts above detection limits.

Thus, sulfoxaflor is quickly and well adsorbed when administered orally, widely distributed throughout the body without metabolic transformations, with the highest levels in the organs of entry and excretion. Bioaccumulation in tissues was not detected.

Sulfoxaflor has a polytropic effect on the body with predominant damage to the liver and reproductive organs. Selective immunotoxic and neurotoxic effects were not detected. In the study of the neurotoxic effect on the development of offspring, the NOAEL for pregnant and lactating females was set at 32 mg/kg, for fetal development – 8 mg/kg, and for neonatal toxicity – 2 mg/kg. No mutagenic activity was detected. The carcinogenic, embryotoxic, and phytotoxic effects of sulfoxaflor in rats are species-specific. This is proven by targeted action mechanism studies of the sulfoxaflor.

According to EFSA, sulfoxaflor is not classified and is not proposed to be used as a reproductive toxicant. After all, the effects in the testicles, epididymis, accessory gonads, and foreskin were probably caused by increased dopamine production, not human activity. In addition, sulfoxaflor did not cause transactivation of androgen and estrogen

матазу. Так, вірогідність того, що сульфоксафлор є ендокринним дизраптором у ссавців мала.

Але разом з тим, беручи до уваги затримку початку статевого дозрівання у F1 самців, що є маркером антиандроногенної дії та зменшення аногенітальної відстані в самок, неможливо з упевненістю виключити порушення ендокринної системи.

Лімітуючий NOAEL у хронічному експерименті для щурів-самців – 1,04 мг/кг та собак – 1 мг/кг. NOAEL для розвитку плода кроликів – 1,3 мг/кг.

Ідентифіковані 7 метаболітів сульфоксафлору в сечі та фекаліях. Основні метаболіти за гострою пероральною токсичністю та мутагенною активністю відносяться до 4 класу небезпечності.

Виходячи з лімітуючого NOAEL для щурів-самців і собак – 1 мг/кг у хронічному експерименті та коефіцієнта запасу 100, ДДД сульфоксафлору для людини становить 0,01 мг/кг. Враховуючи токсичні ефекти дії сульфоксафлору на ендокринні та репродуктивні органи, при обґрунтуванні ДДД введено модифікуючий коефіцієнт запасу 5. Для людини рекомендовано та затверджено ДДД сульфоксафлору для людини на рівні 0,002 мг/кг.

У сільськогосподарських культурах основними є два метаболіти сульфоксафлору – X11719474 та X11721061. Для моніторингу визначаються лише залишкові кількості сульфоксафлору – X11719474. Для встановлення ризику – сума сульфоксафлору і одного основного метаболіту. Фактор перетворення для моніторингу і встановлення ризику несуттєвий.

У лабораторних дослідженнях з вивчення аеробної деградації сульфоксафлору в ґрунті встановлено, що сульфоксафлор має низьку стійкість (T_{50} – 0,08 дні). Три основні значущі метаболіти – X11719474, X11519540, X11579457 помірно стійкі в ґрунті. Сульфоксафлор та один із значущих метаболітів – X11579474 стійкі до фотолізу на поверхні ґрунту. Усі три метаболіти помірно небезпечні за показником «глибина міграції по ґрунтовому профілю».

Польові дослідження, які були проведені в різних країнах Європи, також довели, що

receptors and did not inhibit aromatase. Consequently, sulfoxaflo is unlikely to be an endocrine disruptor in mammals.

But at the same time, taking into account the delay in the onset of puberty in F1 males, which is a marker of antiandrogen action and the reduction of anogenital distance in females, it is impossible to exclude with certainty a disruption of the endocrine system.

Limiting NOAEL in a chronic experiment for male rats – 1.04 mg/kg and dogs – 1 mg/kg. NOAEL for fetal development in rabbits is 1.3 mg/kg.

7 sulfoxaflo metabolites were identified in urine and feces. The main metabolites according to acute oral toxicity and mutagenic activity belong to the 4th class of danger.

Based on a limiting NOAEL for male rats and dogs of 1 mg/kg in a chronic experiment and a safety factor of 100, the PDD of sulfoxaflo for humans is 0.01 mg/kg. Taking into account the toxic effects of sulfoxaflo on the endocrine and reproductive organs, a modifying reserve factor of 5 was introduced when justifying the PDD. For humans, the PDD of sulfoxaflo for humans is recommended and approved at the level of 0.002 mg/kg.

In agricultural crops, the main metabolites of sulfoxaflo are X11719474 and X11721061. Only residual amounts of sulfoxaflo – X11719474 are determined for monitoring. To establish the risk – the sum of sulfoxaflo and one main metabolite. The conversion factor for risk monitoring and assessment is insignificant.

In laboratory studies on the aerobic degradation of sulfoxaflo in the soil, it was established that sulfoxaflo has low stability (T_{50} – 0.08 days). Three main significant metabolites – X11719474, X11519540, X11579457 are moderately stable in soil. Sulfoxaflo and one of the significant metabolites – X11579474 are resistant to photolysis on the soil surface. All three metabolites are moderately dangerous according to the “depth of migration through the soil profile” indicator.

Field studies conducted in various European countries also proved that sulfoxaflo is not persistent in the soil (T_{50} – up to

сульфоксафлор малостійкий у ґрунті (T_{50} – до 4 днів), три основних метаболіти – високостійкі в ґрунті (T_{50} – до 90 днів). За стабільністю в ґрунті відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98, сульфоксафлор належить до пестицидів 4 класу, метаболіти – до 1 класу небезпечності. У польових умовах метаболіти не накопичуються в ґрунті.

Метаболізм сульфоксафлору в поверхневих та ґрунтових водах аналогічний метаболізму речовини в ґрунті. За розрахунками T_{50} сульфоксафлору в системі «вода/осад» – 57,08 дня для всієї системи, 57,08 дня у воді та 68,63 дня в осаді. Відповідно до ДСанПіН 8.8.1.002-98 сульфоксафлор та основні метаболіти за показником "стабільність у воді" відносяться до пестицидів 1 класу небезпечності (високостійкі у воді).

Інсектицид Трансформ, ВГ (д.р. – сульфоксафлор, 500 г/л) випробовувався в Україні для захисту пшениці, ячменю і буряку цукрового з максимальною нормою витрати 0,072 кг/га (норма витрати д.р. – 0,036 кг/га), одноразово; яблунь з максимальною нормою витрати 0,1 кг/га (норма витрати д.р. – 0,05 кг/га), дворазово; капусти з максимальною нормою витрати 0,06 кг/га (норма витрати д.р. – 0,03 кг/га), дворазово. Одним із завдань було обґрунтування величин вмісту залишкових кількостей сульфоксафлору в зерні пшениці та ячменю, насінні та олії ріпаку, буряку цукровому, яблуках, яблучному соку та капусті. Для цього розраховано безпечний рівень вмісту сульфоксафлору в харчовому раціоні, виходячи з величини його ДДД.

За величини ДДД, що дорівнює 0,002 мг/кг, допустиме добове надходження сульфоксафлору до організму людини становить 0,12 мг/добу. Отже, згідно з принципами комплексного гігієнічного нормування припускається, що з харчовим раціоном може надійти до 70 % речовини, що визначається в усіх середовищах (атмосферне повітря+вода+харчові продукти) [6]. З огляду на це розрахункове безпечне надходження сульфоксафлору з харчовим раціоном становить 0,084 мг/добу.

Досліджено фактичний вміст сульфоксафлору в пшениці, ячмені, ріпаку та буряку

4 days), the three main metabolites are highly persistent in the soil (T_{50} – up to 90 days). According to the stability in the soil upon DSanPiN 8.8.1.002-98, sulfoxaflor belongs to pesticides of the 4th class, metabolites – to the 1st class of danger. In field conditions, metabolites do not accumulate in the soil.

The metabolism of sulfoxaflor in surface and ground waters is similar to the metabolism of the substance in the soil. According to calculations, the T_{50} of sulfoxaflor in the "water/sediment" system is 57.08 days for the entire system, 57.08 days in water and 68.63 days in sediment. Upon DSanPiN 8.8.1.002-98, sulfoxaflor and its main metabolites, according to the "stability in water" indicator, belong to pesticides of the 1st danger class (highly stable in water).

Insecticide Transform, WG (active substance – sulfoxaflor, 500 g/l) was tested in Ukraine for the protection of wheat, barley, and sugar beet with a maximum consumption rate of 0.072 kg/ha (rate of active substance consumption – 0.036 kg/ha), one time; apple trees with a maximum consumption rate of 0.1 kg/ha (rate of active substance consumption – 0.05 kg/ha), twice; cabbage with a maximum consumption rate of 0.06 kg/ha (rate of active substance consumption – 0.03 kg/ha), twice. One of the tasks was the substantiation of the sulfoxaflor residual amounts in wheat and barley grains, rapeseeds and oil, sugar beetroots, apples, apple juice and cabbage. For this, a safe level of sulfoxaflor content in the diet was calculated, based on the value of its PDD.

At the value of PDD, which is equal to 0.002 mg/kg, the permissible daily intake of sulfoxaflor to the human body is 0.12 mg/day. Therefore, according to the principles of complex hygienic regulation, it is assumed that up to 70 % of the substance determined in all environments (atmospheric air+water+food products) can enter the diet [6]. In view of this, the estimated safe intake of sulfoxaflor with food ration is 0.084 mg/day.

The actual content of sulfoxaflor in wheat, barley, rape and sugar beet in different soil and climatic zones of Ukraine during two

цукровому в різних ґрунтово-кліматичних зонах України протягом двох вегетаційних сезонів при одноразовому застосуванні інсектициду з нормою витрати 0,072 кг/га та 0,048 кг/га відповідно.

Сульфоксафлор виявлявся в колосі пшениці в день обробки – 2,1 мг/кг, на 2-й день – 1,4 мг/кг, 7-й день – 0,087 мг/кг і 13-й день – менше 0,02 мг/кг після обробки. У зерні урожаю пшениці озимої (28-й, 37-й та 53-й дні після обробки), пшениці ярої (36-й та 45-й дні після обробки), ячменю озимого (30-й та 35-й дні після обробки) та ячменю ярого (35-й та 36-й дні після обробки) був відсутній не виявлявся на рівні межі виявлення методом ВЕРХ – 0,01 мг/кг.

Діючу речовину інсектициду виявляли в зелених стручках ріпаку в день обробки – 1,4 мг/кг, на 7-й день – 0,21 мг/кг і 13-й день – менше 0,1 мг/кг після обробки. У насінні урожаю та олії ріпаку із нього (27-й, 34-й та 52-й дні після обробки) сульфоксафлор не значився на рівні межі виявлення методом ВЕРХ – 0,05 мг/кг.

Сульфоксафлор виявлявся в ботвинні буряку цукрового в день обробки – 3,1 мг/кг та на 7-й день – 0,51 мг/кг після обробки. У врожаї коренеплодів буряку цукрового (59-й, 72-й та 117-й дні після обробки) сульфоксафлору було на рівні межі виявлення методом ВЕРХ – 0,01 мг/кг.

Дослідження фактичного вмісту сульфоксафлору в яблуках та капусті проводилися в різних ґрунтово-кліматичних зонах України протягом одного вегетаційного сезону при дворазовому застосуванні з нормами витрати 0,1 кг/га та 0,06 кг/га відповідно.

Сульфоксафлор знаходився в яблуках у день після другої обробки – менше 0,1 мг/кг. На 7, 14, 21 та 28 добу діючу речовину в яблуках не зафіксовано на рівні межі виявлення – 0,05 мг/кг. У врожаї яблук та соку, отриманому з цих яблук (52 та 96 дні після другої обробки), сульфоксафлор не визначався.

Діюча речовина інсектициду виявлялася в капусті в день другої обробки – 0,21 мг/кг, на 8 день – 0,15 мг/кг і 15 день – менше 0,1 мг/кг після обробки. На 22 та 28 дні після другої обробки речовина була відсутня в капусті на

growing seasons with a one-time application of the insecticide with a consumption rate of 0.072 kg/ha and 0.048 kg/ha, respectively, was investigated.

Sulfoxaflor was detected in wheat spikelets on the day of treatment – 2.1 mg/kg, on the 2nd day – 1.4 mg/kg, on the 7th day – 0.087 mg/kg and on the 13th day – less than 0.02 mg/kg after processing. In the grain of winter wheat harvest (28th, 37th and 53rd days after processing), spring wheat (36th and 45th days after processing), winter barley (30th and 35th days after processing) and spring barley (35th and 36th days after treatment) was absent and not detectable at the level of detection limit by HPLC – 0.01 mg/kg.

The active substance of the insecticide was detected in green rapeseed pods on the day of treatment – 1.4 mg/kg, on the 7th day – 0.21 mg/kg and on the 13th day – less than 0.1 mg/kg after treatment. In the seeds of the crop and rapeseed oil from it (27th, 34th and 52nd days after treatment), sulfoxaflor was not detected at the level of detection limit by HPLC – 0.05 mg/kg.

Sulfoxaflor was found in sugar beet roots on the day of treatment – 3.1 mg/kg and on the 7th day – 0.51 mg/kg after treatment. In the harvest of sugar beet root crops (59th, 72nd and 117th days after treatment), sulfoxaflor was at the level of detection limit by HPLC method – 0.01 mg/kg.

Studies of the actual content of sulfoxaflor in apples and cabbage were carried out in different soil and climatic zones of Ukraine during one growing season with two-time application with consumption rates of 0.1 kg/ha and 0.06 kg/ha, respectively.

Sulfoxaflor was found in apples on the day after the second treatment – less than 0.1 mg/kg. On the 7th, 14th, 21st and 28th days, the active substance in apples was not recorded at the level of the detection limit – 0.05 mg/kg. In the harvest of apples and the juice obtained from these apples (52 and 96 days after the second treatment), sulfoxaflor was not detected.

The active substance of the insecticide was detected in cabbage on the second treatment day – 0.21 mg/kg, on the 8th day – 0.15 mg/kg and on the 15th day – less than 0.1 mg/kg after

рівні межі виявлення методом ВЕРХ – 0,05 мг/кг. У врожаї капусти (37 та 97 дні після обробки) сульфоксафлор не фіксувався.

Динаміка розпаду сульфоксафлору в пшениці озимій, ріпаку та капусті приведена на рис. 1.

В ЄС для сульфоксафлору встановлені такі величини максимально допустимих рівнів (MRL), мг/кг: зерно пшениці – 0,2, зерно

treatment. On the 22nd and 28th days after the second treatment, the substance was absent in the cabbage at the level of the limit of detection by the HPLC method – 0.05 mg/kg. Sulfoxaflor was not detected in the cabbage crop (37 and 97 days after treatment).

The dynamics of the breakdown of sulfoxaflor in winter wheat, rapeseed and cabbage is shown in fig. 1.

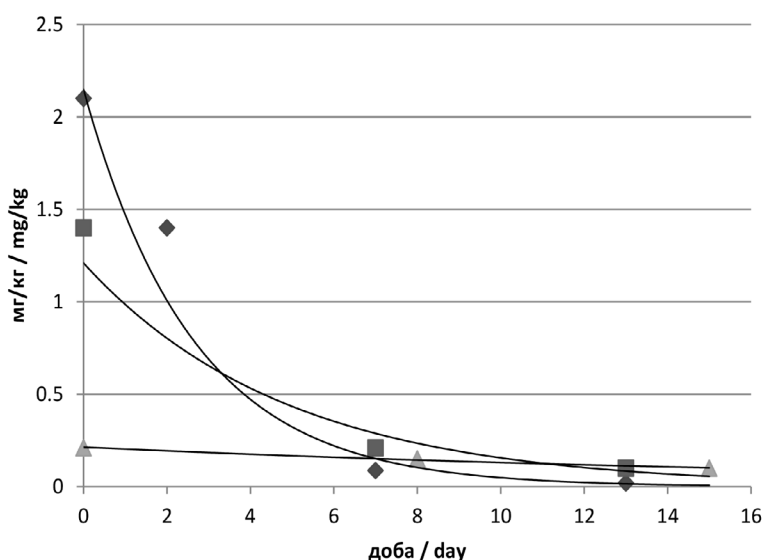


Рис. 1. Динаміка розпаду сульфоксафлору в пшениці озимій \blacklozenge , ріпаку \blacksquare та капусті \blacktriangle .

Fig. 1. Dynamics of sulfoxaflor decay in winter wheat \blacklozenge , rapeseed \blacksquare and cabbage \blacktriangle .

ячменю – 0,6, буряк цукровий – 0,01 (на рівні межі кількісного визначення), насіння ріпаку – 0,15, яблука та капуста – 0,4.

На підставі токсиколого-гігієнічної оцінки препарату Трансформ, ВГ та діючої речовини, результатів досліджень вмісту сульфоксафлору в зерні пшениці та ячменю, насінні та олії ріпаку, буряку цукровому, яблуках, яблучному соку та капусті, а також керуючись прийнятими в практиці гігієнічного нормування методичними підходами, рекомендовано та затверджено величини МДР сульфоксафлору, які наведено в табл. 2.

У разі дотримання зазначених гігієнічних нормативів відповідно до [6] можливе добове надходження сульфоксафлору із харчовими продуктами зі зерна пшениці та ячменю, ріпакової олії, цукру, яблук, яблучного соку та капусти. Воно становить 84,9 % від рівня безпечного надходження з харчовим раціоном (58,6 % від його допустимого добового надходження). Розподіл за харчовими продуктами представлений на рис. 2.

Встановлено терміни очікування до збору

In the EU, the following maximum permissible levels (MRLs) for sulfoxaflor, mg/kg, have been established: wheat grain – 0.2, barley grain – 0.6, sugar beet – 0.01 (at the limit of quantification), rapeseed – 0, 15, apples and cabbage – 0.4.

Based on the toxicological and hygienic evaluation of the drug Transform, WG and the active substance, the results of studies of the content of sulfoxaflor in wheat and barley grains, rapeseed and oil, sugar beet, apples, apple juice and cabbage, as well as being guided by the methodological approaches adopted in the practice of hygienic regulation, recommended and approved MRLs values of sulfoxaflor, which are given in tabl. 2.

In the case of compliance with the specified hygienic standards in accordance with [6], daily intake of sulfoxaflor with food products from wheat and barley grain, rapeseed oil, sugar, apples, apple juice and cabbage is possible. It is 84.9 % of the level of safe intake with food ration (58.6 % of its permissible daily intake). The distribution by food products is presented in fig. 2.

Максимально допустимі рівні (МДР) залишкових кількостей сульфоксафлору та межі його кількісного визначення (МКВ) у зерні хлібних злаків, насінні та олії ріпаку, буряку цукровому, яблуках і яблучному соку та капусти

Table 2

Maximum permissible levels (MPLs) of residual amounts of sulfoxaflor and limits of its quantitative determination (LQD) in grain of bread cereals, seeds and oil of rapeseed, sugar beet, apples and apple juice and cabbage

Назва об'єкта / Name of the object	МДР, мг/кг / MRLs, mg/kg	МКВ методом ВЕРХ, мг/кг / LQD with up method, mg/kg
Зерно хлібних злакових культур / Grain of bread cereal crops	0,2	0,02
Ріпак (насіння) / Rapeseed (seed)	0,15	0,1
Ріпак (олія) / Rapeseed (oil)	не потребує / doesn't need	0,1
Буряк цукровий / Sugar beet	0,02	0,02
Яблука / Apples	0,2	0,1
Яблучний сік / Apple Juice	0,01	0,01
Капуста / Cabbage	0,2	0,1

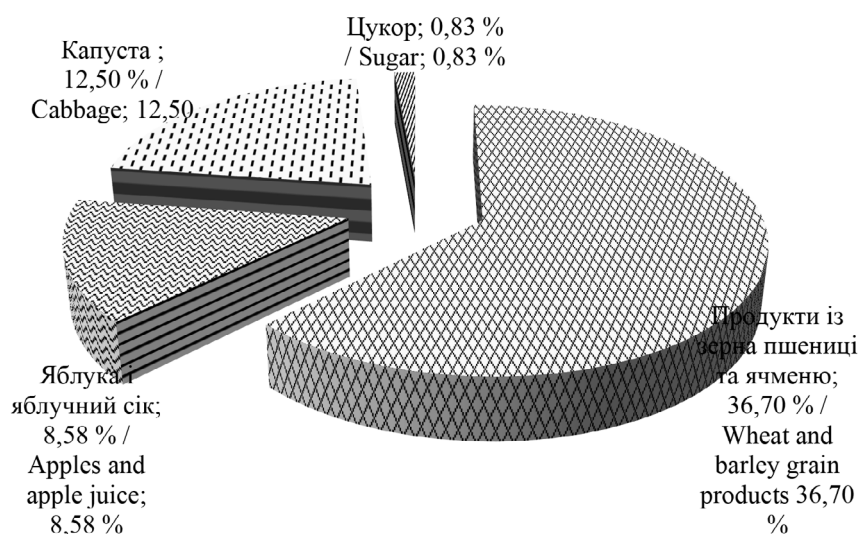


Рис. 2. Розподіл надходження сульфоксафлору із харчовими продуктами від допустимого добового надходження.

Fig. 2. Distribution of intake of sulfoxaflor with food products from the permissible daily intake.

врожаю хлібних злакових культур (пшениця, ячмінь) – 28 днів, ріпаку – 27, буряку цукрового – 13, яблук – 14, капусти – 15 днів.

Використовуючи одержані дані натурних досліджень та рівняння кінетики першого порядку [24-26], розраховано константу швидкості розпаду (k) та період напіврозпаду (T_{50}) сульфоксафлору для пшениці, ріпаку й капусти та оцінено за показником стійкості у вегетуючих сільськогосподарських культурах та сільськогосподарській сировині згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98 (табл. 3).

The waiting periods for the harvest of grain crops (wheat, barley) have been established: 28 days, rapeseed – 27, sugar beet – 13, apples – 14, cabbage – 15 days.

Using the data obtained from field studies and first-order kinetics equations [24-26], the decay rate constant (k) and the half-life (T_{50}) of sulfoxaflor were calculated for wheat, rapeseed, and cabbage, and were evaluated according to the stability index in growing agricultural crops and agricultural raw materials according to DSanPiN 8.8.1.002-98 (tabl. 3).

Показники швидкості деградації та клас небезпечності

Table 3

Degradation rate indicators and hazard class

Культура / Culture	$Y = a\beta^x$	R ²	k, доба ⁻¹ / k, day ⁻¹	T ₅₀ , доба / T ₅₀ , day	Клас небезпечності згідно з ДСанПіН 8.8.1.002-98 / Danger class according to DSanPiN 8.8.1.002-98
Пшениця / Wheat	$y = 2,148e^{-0,37x}$	0,97	0,37	2	4
Ріпак / Rapeseed	$y = 1,209e^{-0,20x}$	0,96	0,20	3	4
Капуста / Rapeseed	$y = 0,213e^{-0,04x}$	0,99	0,04	17	2

Розраховані періоди напіврозпаду (T₅₀) становлять для пшениці – 2 доби, ріпаку – 3, капусти – 17 діб. Одержані дані дозволяють віднести сульфоксафлор відповідно до Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98) за показником «стійкість у вегетуючих сільськогосподарських культурах та сільськогосподарській сировині» для капусти – до 2 класу небезпечності, пшениці та ріпаку – до 4 класу небезпечності.

Ймовірну концентрацію сульфоксафлору в сільськогосподарських культурах у рекомендований термін очікування до збору врожаю було розраховано для капусти (оскільки для інших культур залишкові кількості діючої речовини в період збору врожаю не виявлені) за наступною формулою та порівняно з фактично отриманою:

$$C_t = C_0 I^{-kt}$$

де C_t – вміст речовини в період часу, мг/кг;
C₀ – вміст речовини в ґрунті, мг/кг;
K – константа швидкості розпаду;
t – час, доба;
I – основа натурального логарифма (2,73).

Згідно з розрахунковими даними кількість сульфоксафлору, яка може бути в капусті на 15 добу після обробки (встановлений строк очікування до збору врожаю), повинна становити 0,11 мг/кг, за результатами польових

The calculated half-life (T₅₀) is 2 days for wheat, 3 days for rape, and 17 days for cabbage. Upon the hygienic classification of pesticides and the degree of danger (DSanPiN 8.8.1.002-98) according to the indicator “persistence in growing agricultural crops and agricultural raw materials”, sulfoxaflor can be assigned to the 2nd class of danger for cabbage, wheat and rapeseed – to the 4th class of danger.

The probable concentration of sulfoxafloor in agricultural crops during the recommended waiting period before harvesting was calculated for cabbage (since for other crops, residual amounts of the active substance during the harvest period were not detected) according to the following formula and compared with the actually obtained:

$$C_t = C_0 I^{-kt}$$

where C_t – substance content in the time period, mg/kg;
C₀ – substance content in soil, mg/kg;
K – decay rate constant;
t – time, day;
I – the base of the natural logarithm (2,73).

According to calculated data, the amount of sulfoxafloor that can be in cabbage 15 days after processing (the set waiting period before harvesting) should be 0.11 mg/kg, in appliance with the results of field research, it

досліджень – менше 0,1 мг/кг. Дані величини не перевищують встановлений гігієнічний норматив для капусти – 0,2 мг/кг.

Таким чином, розрахункова величина залишкових кількостей діючої речовини в капусті повністю відповідає експериментальним даним та встановленому терміну очікування до збору врожаю, а також підтверджує доцільність застосування рівняння кінетики першого порядку для оцінки швидкості розпаду сульфоксафлору в досліджуваних культурах.

Проведено обґрунтування величин ОБРВ сульфоксафлору в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі населених територій [6, 13-15]. Для розрахунку величини ОБРВ сульфоксафлору в повітрі робочої зони використані параметри його гострої токсичності за перорального, дермального та інгаляційного надходження до організму та розрахункова порогова концентрація для піддослідних тварин за хронічного інгаляційного впливу. Рекомендовано і затверджено величину ОБРВ сульфоксафлору в повітрі робочої зони на рівні 0,5 мг/м³ (МКВ методом ВЕРХ – 0,25 мг/м³).

Для розрахунку величини ОБРВ сульфоксафлору в атмосферному повітрі населених місць використано кореляційні зв'язки між ГДК хімічних речовин для атмосферного повітря та ГДК для повітря робочої зони, величини ЛД₅₀ і ЛК₅₀. Затверджено величину ОБРВ сульфоксафлору в атмосферному повітрі населених місць на рівні 0,0006 мг/м³ (МКВ методом ВЕРХ – 0,0005 мг/м³).

Обґрунтування гранично допустимої концентрації сульфоксафлору у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення здійснювали за такими основними напрямками [6, 16, 17]: вивчення впливу діючої речовини на органолептичні властивості води та загальний санітарний режим водойм, визначення максимально недіючої концентрації у воді за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості.

Порогова концентрація за впливом сульфоксафлору на запах дорівнює 11,8 мг/дм³, а на кольоровість та каламутність речовини – понад 500 мг/дм³ (межа розчинності).

should be less than 0.1 mg/kg. These values do not exceed the established hygienic standard for cabbage – 0.2 mg/kg.

Hence, the calculated value of the residual amounts of the active substance in cabbage fully corresponds to the experimental data and the set waiting period before harvesting, and also confirms the feasibility of using the first-order kinetics equation to estimate the rate of sulfoxaflor decay in the studied cultures.

The substantiation of the values of the SSELs of sulfoxaflor in the air of the working area and the atmospheric air of populated areas was carried out [6, 13-15]. To calculate the SSELs of sulfoxaflor in the air of the working area, the parameters of its acute toxicity for oral, dermal, and inhalation exposure to the body and the estimated threshold concentration for experimental animals of chronic inhalation exposure were used. It is recommended and approved the value of the SSELs of sulfoxaflor in the air of the working area at the level of 0.5 mg/m³ (LQ by the HPLC method – 0.25 mg/m³).

To calculate the SSELs value of sulfoxaflor in the atmospheric air of populated areas, correlations were used between the MPC of chemicals for atmospheric air and the MPC for the air of the working area, the values of LD₅₀ and LC₅₀. The SSELs value of sulfoxaflor in the atmospheric air of populated areas was approved at the level of 0.0006 mg/m³ (LQ by HPLC – 0.0005 mg/m³).

The substantiation of the maximum permissible concentration of sulfoxaflor in the water of water bodies for economic, drinking and cultural and domestic purposes was carried out in the following main directions [6, 16, 17]: study of the effect of the active substance on the organoleptic properties of water and the general sanitary regime of water bodies, determination of the maximum inactive concentration in water according to a sanitary and toxicological sign of harmfulness.

The threshold concentration for the effect of sulfoxaflor on the smell is 11.8 mg/dm³, and on the color and turbidity of the substance – more than 500 mg/dm³ (solubility limit).

Порогова концентрація сульфоксафлору за впливом на здатність водних розчинів до піноутворення дорівнює 11,8 мг/дм³. Таким чином, пороговою концентрацією за впливом на органолептичні властивості води є концентрація сульфоксафлору на рівні 11,8 г/дм³.

Для оцінки впливу сульфоксафлору на загальний санітарний режим водойм вивчали характер та інтенсивність біохімічного споживання кисню (БСК) – як найбільш значущого показника здатності водойми до самоочищення від органічного забруднення, вміст розчиненого кисню, стан процесів амоніфікації та нітрифікації азотовмісних органічних речовин, реакцію (рН) водного середовища, динаміку розвитку і відмирання водної сапрофітної мікрофлори.

Дослідження проводились з сульфоксафлором у концентраціях – 0,1 мг/дм³, 0,01 мг/дм³ і 0,001 мг/дм³. Ця речовина в усіх варіантах пригнічує процеси БСК; а її порогова концентрація щодо впливу на процеси БСК становила 0,01 мг/дм³. Вплив сульфоксафлору на вміст розчиненого кисню у воді водойм був незначним. Вміст речовини на рівні 0,01 мг/дм³ може бути прийнятий як порогова концентрація за впливом на процеси амоніфікації та нітрифікації. Сульфоксафлор не впливав на рН водного середовища. Результати мікробіологічних досліджень показали, що концентрація 0,01 мг/дм³ є пороговою за впливом даної речовини на динаміку розвитку та відмирання водної сапрофітної мікрофлори. Таким чином, пороговою концентрацією сульфоксафлору за впливом на загальний санітарний режим водойм є – 0,01 мг/дм³.

Під час розрахунку максимально недіючої концентрації сульфоксафлору у воді за санітарно-токсикологічною ознакою шкідливості виходили з величини його ДДД – 0,002 мг/кг, маси тіла людини – 60 кг, середньодобового споживання води на рівні 3 літрів і 10 % від допустимого добового надходження речовини до організму людини з водою відповідно до основних положень [17]. У результаті розрахунків одержали величину максимально недіючої концентрації сульфоксафлору на рівні 0,004 мг/дм³.

The threshold concentration of sulfoxaflor in terms of the effect on the foaming ability of aqueous solutions is 11.8 mg/dm³. Thereby, the threshold concentration for influencing the organoleptic properties of water is the concentration of sulfoxaflor at the level of 11.8 mg/dm³.

To assess the effect of sulfoxaflor on the general sanitary regime of water bodies, the character and intensity of biochemical oxygen demand (BOD) were studied – as the most significant indicator of the water body ability to self-clean from organic pollution, the content of dissolved oxygen, the state of ammonification and nitrification processes for nitrogen-containing organic substances, the reaction (pH) of water environment, dynamics of aquatic saprophytic microflora's development and death.

Studies were conducted with sulfoxaflor in concentrations of 0.1 mg/dm³, 0.01 mg/dm³ and 0.001 mg/dm³. This substance suppresses BOD processes in all variants; and its threshold concentration in relation to the impact on BOD processes was 0.01 mg/dm³. The influence of sulfoxaflor on the dissolved oxygen content in the water of reservoirs was insignificant. The content of the substance at the level of 0.01 mg/dm³ can be taken as a threshold concentration for the effect on the processes of ammonification and nitrification. Sulfoxaflor did not affect the pH of the water environment. The results of microbiological studies showed that the concentration of 0.01 mg/dm³ is the threshold for the effect of this substance on the dynamics of development and death of aquatic saprophytic microflora. Thus, the threshold concentration of sulfoxaflor in terms of impact on the general sanitary regime of water bodies is 0.01 mg/dm³.

During the calculation of the maximum ineffective concentration of sulfoxaflor in water according to sanitary and toxicological signs of harmfulness, it was based on the value of its PDD – 0.002 mg/kg, human body weight – 60 kg, average daily water consumption at the level of 3 liters and 10% of the permissible daily intake of the substance into the body person with water in accor-

На підставі порогових і підпорогового рівнів, встановлених за основними показниками шкідливості, проведено обґрунтування ГДК сульфоксафлору у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення. Аналіз даних дозволив зробити висновок: лімітуючою ознакою несприятливої дії сульфоксафлору є санітарно-токсикологічна. В якості ГДК сульфоксафлору у воді водойм господарсько-питного та культурно-побутового призначення рекомендовано і затверджено величину $0,004 \text{ мг/дм}^3$ (лімітуюча ознака шкідливості – загальносанітарна). Межа його кількісного визначення у воді методом ВЕРХ становить $0,002 \text{ мг/дм}^3$.

Сульфоксафлор за показником «стабільність у ґрунті» відноситься до пестицидів 4-го класу небезпечності. Три основні метаболіти є високостійкими в ґрунті, помірно небезпечними за показником «глибина міграції по ґрунтовому профілю» і не накопичуються в ґрунті. Отже, було розраховано і обґрунтовано величини орієнтовної допустимої концентрації сульфоксафлору в ґрунті з використанням мінімальної величини його МДР у буряку цукровому – $0,02 \text{ мг/кг}$ [19].

Враховуючи стійкість у ґрунті метаболітів сульфоксафлору, вводили коефіцієнт запасу – 2 і поправку на метаболізм діючої речовини – 1. Таким чином, з урахуванням коефіцієнта запасу – 3 була рекомендована ОДК сульфоксафлору в ґрунті на рівні $0,14 \text{ мг/кг}$. Межа кількісного визначення методом ВЕРХ становить $0,05 \text{ мг/кг}$, що затверджено офіційно.

Використовуючи отримані дані натурних досліджень на буряку цукровому та рівняння кінетики першого порядку [24, 25], розраховано константу швидкості розпаду (k) та період напіврозпаду (T_{50}) сульфоксафлору в ґрунті (чорнозем типовий малогумусний, гумус – 3,9, рН – 6,8)

Динаміка розпаду сульфоксафлору в ґрунті представлена на рис. 3.

Розрахований період напіврозпаду ($T_{50\text{польовий}}$) становить 4 доби, що дозволяє віднести сульфоксафлор відповідно до Гігієнічної класифікації пестицидів за ступенем небезпечності (ДСанПіН 8.8.1.002-98),

dance with the main provisions [17]. As a result of the calculations, the maximum ineffective concentration of sulfoxaflor was obtained at the level of 0.004 mg/dm^3 .

On the basis of the threshold and sub-threshold levels established according to the main indicators of harmfulness, the substantiation of the MPC of sulfoxaflor in the water of reservoirs for economic, drinking, cultural and domestic purposes was carried out. The analysis of the data allowed us to draw a conclusion: the limiting feature of the adverse effect of sulfoxaflor is sanitary and toxicological. The value of 0.004 mg/dm^3 is recommended and approved as the MPC of sulfoxaflor in water bodies for economic, drinking and cultural and household purposes (the limiting sign of harmfulness is general sanitary). The limit of its quantitative determination in water by the HPLC method is 0.002 mg/dm^3 .

According to the indicator “stability in the soil”, sulfoxaflor belongs to pesticides of the 4th class of danger. The three main metabolites are highly stable in soil, moderately hazardous according to the “depth of migration through the soil profile” indicator and do not accumulate in soil. Therefore, the estimated permissible concentration of sulfoxaflor in the soil was calculated and substantiated using the minimum value of its MPLs in sugar beet – 0.02 mg/kg [19].

Taking into account the stability of sulfoxaflor metabolites in the soil, a reserve factor of 2 and a correction for the metabolism of the active substance of 1 were introduced. Thus, taking into account the reserve factor of 3, the recommended TPC of sulfoxaflor in soil was 0.14 mg/kg . The limit of quantitative determination by HPLC is 0.05 mg/kg , which is officially approved.

Using the data obtained from field studies on sugar beet and first-order kinetics equations [24, 25], the decay rate constant (k) and the half-life (T_{50}) of sulfoxaflor in soil (typical low-humus chernozem, humus – 3.9, pH – 6.8). The dynamics of the sulfoxaflor decay in the soil is presented in fig. 3.

The calculated half-life ($T_{50\text{field}}$) is 4 days, which allows us to assign sulfoxaflor, in accordance with the hygienic classification of pesti-

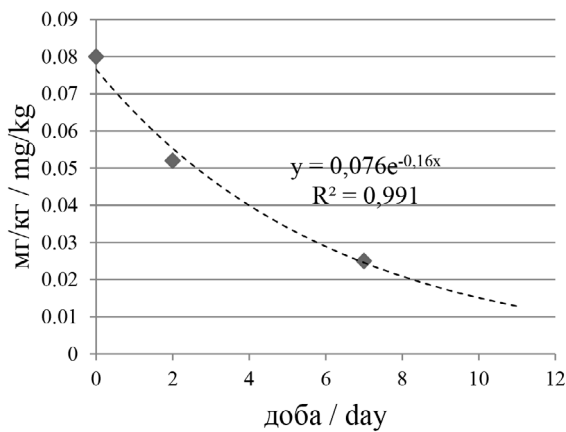


Рис. 3. Динаміка розпаду сульфоксафлору в ґрунті.

Fig. 3. Dynamics of sulfoxaflor decay in the soil.

за показником «стабільність у ґрунті» для буряка цукрового до 4 класу небезпечності (малостійких). Отримані дані добре корелюються з літературними.

Попередня оцінка безпеки впливу сульфоксафлору на сільськогосподарських робітників, що його застосовують, засвідчує, що речовина має достатню вибірковість дії (КВДД склав > 4274, КВДі – > 732), тобто максимальна ефективна норма його витрати в сотні разів нижча за середні дози та концентрації при попаданні речовини на шкіру і через дихальні шляхи.

Проведені дослідження безпеки впливу препарату Трансформ, ВГ на сільськогосподарських робітників і населення в період та після його застосування (штангове обприскування буряку цукрового з нормою витрати 0,072 кг/га – робочої рідини 300 л/га, вентиляторне обприскування яблунь з нормою витрати 0,1 кг/га – робочої рідини 1000 л/га). Одержані результати показали, що в повітрі зони дихання заправника і тракториста, в повітрі зони можливого знесення аерозолу препарату на відстані 300 м від межі ділянки (штангове обприскування) та на відстані 500 м від межі ділянки (вентиляторне обприскування) під час обробки, через 1 годину, 3 і 7 діб після обприскування сульфоксафлор не виявлявся (межа виявлення сульфоксафлору методом ВЕРХ у повітрі робочої зони – 0,1 мг/м³, в атмосферному повітрі – 0,0002 мг/м³). У ґрунті обробленої ділянки після штангового обприскування вміст сульфоксафлору через 2 доби після обробки становив 0,052 мг/кг при величині ОДК – 0,14 мг/кг, а через 7 діб – менше

cides by degree of danger (DSanPiN 8.8.1.002-98), according to the indicator “stability in the soil” for sugar beet, to the 4th class of danger (low resistance). The obtained data are well correlated with the literature data.

A preliminary assessment of exposure danger to sulfoxaflor on agricultural workers who use it, proves that the substance has a sufficient selectivity of action (SACd was > 4274, SACi – > 732), that is, the maximum effective rate of its consumption is hundreds of times lower than the average doses and concentrations at the entrance substances on the skin and through the respiratory tract.

Conducted studying the dangerous effect of the drug Transform, WG on agricultural workers and the population during and after its application (rod spraying of sugar beets with a rate of consumption of 0.072 kg/ha – working fluid of 300 l/ha, fan spraying of apple trees with a rate of consumption of 0.1 kg/ha – working fluid 1000 l/ha). The obtained results showed that in the air of refueler and the tractor drivers’ breathing zone, in the working area of possible aerosol release of the drug at a distance of 300 m from the boundary of the site (bar spraying) and at a distance of 500 m from the boundary of the site (fan spraying) during processing, after 1 hour, 3 and 7 days after spraying, sulfoxaflor was not detected (the detection limit of sulfoxaflor by HPLC in the air of the working area is 0.1 mg/m³, in atmospheric air – 0.0002 mg/m³). In the soil of the treated area after rod spraying, the content of sulfoxaflor 2 days after treatment was 0.052 mg/kg with an ODK value of 0.14 mg/kg, and after

0,05 мг/кг. Після вентиляторної обробки в ґрунті обробленої ділянки через 3 та 7 діб після обприскування сульфоксафлор не значився на рівні межі виявлення методом ВЕРХ – 0,025 мг/кг.

Відповідно до МР 8.8.1.4-162-2009 [22] і результатів досліджень розраховано можливі експозиційні інгаляційні (Ді) та дермальні (Дд) дози (мг д.р./кг маси тіла), які впливали на робітників, зайнятих застосуванням інсектициду протягом робочої зміни (4 години); обґрунтовано орієнтовні допустимі інгаляційні (ДДі) та дермальні (ДДд) дози сульфоксафлору для робітників (мг д.р./кг маси тіла в день). ДДі = 0,1 та ДДд = 0,2. Результати порівняння можливих експозиційних і орієнтовно допустимих доз свідчать, що коефіцієнти та індекс небезпеки (ризик) комплексного впливу сульфоксафлору на робітників були нижчими за допустимий рівень.

Після застосування інсектициду терміни виходу на оброблені площі для проведення механізованих робіт – 3 доби та для ручних робіт – 7 діб після обприскування.

Висновки

1. Сульфоксафлор і препарат Трансформ, ВГ відносяться до пестицидів 2 класу небезпечності за лімітуючим критерієм шкідливості – репродуктивна токсичність сульфоксафлору. Сульфоксафлор володіє політропною дією на організм з переважним ураженням печінки та репродуктивних органів.

Сульфоксафлор не володіє мутагенною дією – 4 клас небезпечності; за канцерогенною та тератогенною активністю, ембріотоксичністю відноситься до пестицидів 3 класу, репродуктивної токсичності – до 2 класу небезпечності.

2. Для попередження можливості негативного впливу на здоров'я людей та якість довкілля препарату Трансформ, ВГ обґрунтовані ДДД та гігієнічні нормативи сульфоксафлору:

ДДД – 0,002 мг/кг маси тіла/день;

МДР, мг/кг: зерно хлібних злаків – 0,2 (МКВ методом ВЕРХ – 0,02), буряк цукровий – 0,02 (МКВ методом ВЕРХ – 0,02), ріпак (насіння) – 0,15 (МКВ методом ВЕРХ – 0,1), ріпак (олія) – не потребує, яблука – 0,2 (МКВ

7 days it was less than 0.05 mg/kg. After fan treatment, sulfoxaflor was not detected in the soil of the treated area 3 and 7 days after spraying at the level of detection limit by HPLC – 0.025 mg/kg.

According to MR 8.8.1.4-162-2009 [22] and the results of research, the possible exposure inhalation (Di) and dermal (Dd) doses (mg a.s./kg body weight) that affected workers engaged in the use of insecticide during work shift (4 hours); the approximate allowable inhalation (DDi) and dermal (DDd) doses of sulfoxaflor for workers (mg a.s./kg body weight per day) were substantiated. DDi = 0.1 and DDd = 0.2. The results of the comparison of possible exposure and tentatively permissible doses indicate that the coefficients and danger index (risk) of complex exposure to sulfoxaflor on workers were lower than the permissible level.

After the application of the insecticide, the terms of entering the treated areas for mechanized work are 3 days and for manual work – 7 days after spraying.

Conclusions

1. Sulfoxaflor and the drug Transform, WG belong to pesticides of the 2nd class of danger according to the limiting criterion of harmfulness – the reproductive toxicity of sulfoxaflor. Sulfoxaflor has a polytropic effect on the body with predominant damage to the liver and reproductive organs.

Sulfoxaflor does not have a mutagenic effect – 4th class of danger; in terms of carcinogenic and teratogenic activity, embryotoxicity belongs to pesticides of the 3rd class, reproductive toxicity – to the 2nd class of danger.

2. In order to prevent the possibility of a negative impact on human health and the quality of the environment of the drug Transform, WG substantiated PDD and hygienic standards of sulfoxaflor:

PDD – 0.002 mg/kg of body weight/day;

MPLs, mg/kg: grain of bread cereals – 0.2 (LQ by HPLC method – 0.02), sugar beet – 0.02 (LQ by HPLC method – 0.02), rape (seeds) – 0.15 (LQ by HPLC method HPLC method – 0.1), rape (oil) – does not need, ap-

методом ВЕРХ – 0,1), яблучний сік – 0,01 (МКВ методом ВЕРХ – 0,01), капуста – 0,2 (МКВ методом ВЕРХ – 0,1);

ОБРВ у повітрі робочої зони, мг/м³: 0,5 (МКВ методом ВЕРХ – 0,25);

ОБРВ в атмосферному повітрі, мг/м³: 0,0006 (МКВ методом ВЕРХ – 0005);

ГДК у воді водойм, мг/дм³: 0,004, санітарно-токсикологічний (МКВ методом ВЕРХ – 0,002);

ОДК у ґрунті, мг/кг: 0,14 (МКВ методом ВЕРХ – 0,05).

3. У разі дотримання діючих правил поводження з пестицидами дорівнює вмісту сульфоксафлору у виробничому середовищі, а також його зовнішній інгаляційний і дермальний вплив достатньо безпечні для сільськогосподарських робітників, зайнятих застосуванням інсектициду Трансформ, ВГ. Встановлені для умов агропромислової галузі санітарно-захисні зони здійснюють безпеку наземного застосування препарату для населення і об'єктів довкілля; у разі виконання механізованих робіт на оброблених площах виробниче середовище безпечне через 3 доби та ручних робіт через 7 діб після обприскування.

Сульфоксафлор не виявлено в зерні урожаю пшениці та ячменю, насінні урожаю ріпаку та олії з нього, коренеплодах урожаю буряку цукрового, урожаю яблук та соку з них, капусті на рівні межі методів виявлення. Після застосування інсектициду терміни очікування до збору врожаю становлять: пшениця та ячмінь – 28 діб, буряк цукровий – 13 діб, ріпак – 27 діб, капуста – 15 діб.

4. З токсиколого-гігієнічних позицій немає заперечень проти застосування в Україні інсектициду Трансформ, ВГ (д.р. – сульфоксафлор, 500 г/кг) на пшениці ярій та озимій, ячменю яром та озимому, ріпаку яром та озимому, буряку цукровому з максимальною нормою витрати 0,072 кг/га, одноразово; на капусті з максимальною нормою витрати 0,06 кг/га, дворазово, на яблуні з максимальною нормою витрати 0,1 кг/га, дворазово.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

ples – 0.2 (LQ by HPLC method – 0.1), apple juice – 0.01 (MCV by HPLC method – 0.01), cabbage – 0, 2 (LQ by HPLC method – 0.1);

SSELs in the air of the working area, mg/m³: 0.5 (LQ by HPLC method – 0.25);

SSELs in atmospheric air, mg/m³: 0.0006 (LQ by HPLC method – 0005);

MPC in reservoir water, mg/dm³: 0.004, sanitary-toxicological (LQ by HPLC method – 0.002);

TPC in soil, mg/kg: 0.14 (LQ by HPLC method – 0.05).

3. In the case of compliance with the current rules for handling pesticides, the levels of sulfoxaflor content in the production environment, as well as its external inhalation and dermal exposure, are sufficiently safe for agricultural workers engaged in the use of the insecticide Transform, WG. The sanitary protection zones established for the conditions of the agro-industrial sector ensure the safety of the ground application of the drug for the population and environmental objects; in the case of mechanized work on treated areas, the production environment is safe after 3 days and manual work after 7 days after spraying.

Sulfoxaflor was not detected in the grain of the wheat and barley crops, the seeds of the rape crop and its oil, the root crops of the sugar beet crop, the apple crop and their juice, and cabbage at the level of detection methods. After applying the insecticide, the waiting period before harvesting is: wheat and barley – 28 days, sugar beet – 13 days, rapeseed – 27 days, cabbage – 15 days.

4. From the toxicological and hygienic point of view, there are no objections to the use in Ukraine of the insecticide Transform, WG (sulfoxaflor, 500 g/kg) on spring and winter wheat, spring and winter barley, spring and winter rapeseed, and sugar beet with maximum consumption rate of 0.072 kg/ha, once; on cabbage with a maximum consumption rate of 0.06 kg/ha, twice, on apple trees with a maximum consumption rate of 0.1 kg/ha, twice.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ/REFERENCES

1. Регистрационные материалы досье о токсических свойствах и отдаленных эффектах действия сульфосафлора (XDE-208, XR-208, X11422208) производства компании «Dow Agrosciences LLC» (USA).
2. Регистрационные материалы досье о механизмах действия сульфосафлора (XDE-208, XR-208, X11422208) и его метаболитов производства компании «Dow Agrosciences LLC» (USA).
3. Регистрационные материалы досье о токсических свойствах и отдаленных эффектах действия метаболитов сульфосафлора (XDE-208, XR-208, X11422208) производства компании «Dow Agrosciences LLC» (USA).
4. Conclusion on pesticide peer review. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfoxaflor. European Food Safety Authority. EFSA. Jurnal 2015;12(5):3692.
5. Регистрационные материалы досье о метаболизме и остаточных количествах сульфосафлора производства компании «Dow Agrosciences LLC» (USA).
6. Методические указания по гигиенической оценке новых пестицидов. Утв. МЗ СССР 13.03.87 №4263-87. Киев; 1988. 210 с.
7. Гігієнічна класифікація пестицидів за ступенем небезпечності: ДСанПіН 8.8.1.2.002–98, затв. МОЗ України 28.09.98 №2. Київ; 1998. 20 с.
8. Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue. FAO, UN. ROME; 1986.
9. Унифицированные правила отбора проб сельскохозяйственной продукции, продуктов питания и объектов окружающей среды для определения микрочислеств пестицидов. Утв. Минздрава СССР 21.08.1979 №2051-79;1980. 40 с.
10. Методичні вказівки з визначення сульфосафлору в зерні хлібних злаків та коренеплодах цукрового буряку методом високоефективної рідинної хроматографії: №1671-2020 від 27.10.2020, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №212 від 27.10.2020).
11. Методичні вказівки з визначення сульфосафлору в насінні ріпаку та ріпаковій олії методом високоефективної рідинної хроматографії: №1670-2020 від 27.10.2020, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №212 від 27.10.2020).
12. Методичні вказівки з визначення сульфосафлору в капусті, яблуках та яблучному соку методом високоефективної рідинної хроматографії: № 1672-2020 від 27.10.2020, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №212 від 27.10.2020).
13. Методические указания к постановке исследований для обоснования санитарных стандартов вредных веществ в воздухе рабочей зоны: утв. МЗ СССР 04.04.80 №2163-80;1981. 20 с.
14. Методические указания по установлению ориентировочных безопасных уровней воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны: утв. МЗ СССР 04.11.85 №4000-85; 1985. 34 с.
15. Методичні вказівки «Обґрунтування орієнтовних безпечних рівнів впливу (ОБРВ) хімічних речовин в атмосферному повітрі населених місць», МВ 2.2.6.-111-2004, затв. МОЗ України 07.10.04 №485; 2004. 33 с.
1. Registratsionnye materialy dose o toksicheskikh svoystvakh i otdalennykh effektakh deystviya sulfoksaflogra (XDE-208. XR-208. X11422208) proizvodstva kompanii «Dow Agrosciences LLC» (USA).
2. Registratsionnye materialy dose o mekhanizmax deystviya sulfoksaflogra (XDE-208. XR-208. X11422208) i ego metabolitov proizvodstva kompanii «Dow Agrosciences LLC» (USA).
3. Registratsionnye materialy dose o toksicheskikh svoystvakh i otdalennykh effektakh deystviya metabolitov sulfoksaflogra (XDE-208. XR-208. X11422208) proizvodstva kompanii «Dow Agrosciences LLC» (USA).
4. Conclusion on pesticide peer review. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance sulfoxaflor. European Food Safety Authority. EFSA. Jurnal 2015;12(5):3692.
5. Registratsionnye materialy dose o metabolizme i ostatochnykh kolichestvakh sulfoksaflogra proizvodstva kompanii «Dow Agrosciences LLC» (USA).
6. Metodicheskiye ukazaniya po gigiyenicheskoy otsenke novykh pestitsidov. Utv. MZ SSSR 13.03.87 №4263-87. Kiyev; 1988. 210 s.
7. Hihienichna klasyfikatsiia pestytsydiv za stupenem nebezpechnosti: DSanPiN 8.8.1.2.002–98, zatv. MOZ Ukrainy 28.09.98 №2. Kyiv; 1998. 20 s.
8. Guidelines on pesticide residue trials to provide data for the registration of pesticides and the establishment of maximum residue. FAO, UN. ROME; 1986.
9. Unifitsirovannye pravila otbora prob selskokhozyaystvennoy produktov pitaniya i obektov okruzhayushchey sredy dlya opredeleniya mikrokolichestv pestitsidov. Utv. Minzdrava SSSR 21.08.1979 №2051-79;1980. 40 s.
10. Metodychni vkazivky z vyznachennia sulfoksaflogru v zerni khlibnykh zlakiv ta koreneploдах tsukrovoho buriaku metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafii: №1671-2020 vid 27.10.2020, zatv. Ministerstvom ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz №212 vid 27.10.2020).
11. Metodychni vkazivky z vyznachennia sulfoksaflogru v nasinni ripaku ta ripakovii olii metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafii: №1670-2020 vid 27.10.2020, zatv. Ministerstvom ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz №212 vid 27.10.2020).
12. Metodychni vkazivky z vyznachennia sulfoksaflogru v kapusti, yablukakh ta yabluchnomu soku metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafii: № 1672-2020 vid 27.10.2020, zatv. Ministerstvom ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz №212 vid 27.10.2020).
13. Metodicheskiye ukazaniya k postanovke issledovaniy dlya obosnovaniya sanitarnykh standartov vrednykh veshchestv v vozdukke rabochey zony: utv. MZ SSSR 04.04.80 №2163-80;1981. 20 s.
14. Metodicheskiye ukazaniya po ustanovleniyu oriyentirovochnykh bezopasnykh urovney vozdeystviya vrednykh veshchestv v vozdukke rabochey zony: utv. MZ SSSR 04.11.85 №4000-85; 1985. 34 s.
15. Metodychni vkazivky «Obgruntuvannia oriyentovnykh bezpechnykh rivniv vplyvu (OBRV) khimichnykh rehovyn v atmosferному povitri naselenykh misty», MV 2.2.6.-111-2004, zatv. MOZ Ukrainy 07.10.04 №485; 2004. 33 s.

16. Методические указания по разработке и научному обоснованию предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов: утв. МЗ СССР 15.04.75 №1296-75; 1976. 78 с.
17. Guidelines for drinking-water quality. Second Edition. Geneva: WHO, 1993(1); 1996(2); 1997(3).
18. Методичні вказівки з визначення сульфоксафлору у воді методом високоефективної рідинної хроматографії: № 1668-2020 від 27.10.2020, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ № 212 від 27.10.2020).
19. Временные методические указания по применению расчетного метода обоснования ориентировочных допустимых концентраций (ОДК) пестицидов в почве. Утв. МЗ СССР 14.01.1981 г. №2283-81; 1982. 6 с.
20. Методичні вказівки з визначення сульфоксафлору у ґрунті методом високоефективної рідинної хроматографії: №1669-2020 від 27.10.2020, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №212 від 27.10.2020).
21. Сергеев С.Г. Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия. Сучасні проблеми токсикології. 2008;4:29-31.
22. Методичні рекомендації «Вивчення, оцінка і зменшення ризику інгаляційного і перкутанного впливу пестицидів на осіб, які працюють з ними або можуть зазнавати впливу під час і після хімічного захисту рослин та інших об'єктів: МР 8.8.1.4-162-2009. Затв. МОЗ України 13.05.2009 №324; 2009. 32 с.
23. Методичні вказівки з визначення сульфоксафлору в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі методом високоефективної рідинної хроматографії: №1667-2020 від 27.10.2020, затв. Міністерством екології та природних ресурсів України (Наказ №212 від 27.10.2020).
24. Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration: report of the FOCUS Work Group on Degradation Kinetics, EC Document Reference Sanco/10058/2005 version 2.0. 434 p.
25. Васильев ВП, Дмитренко ПА, Кавецкий ВН и др. Справочник по контролю за применением средств химизации в сельском хозяйстве (под ред. Васильева ВП). К.: Урожай; 1989. 160 с.
26. Hoskin M. Mathematical treatments of the rate of loss of pesticide residues. Food and Agriculture Organization Plant Protection Bulletin. 1961;9:163-8.
16. Metodicheskiye ukazaniya po razrabotke i nauchnomu obosnovaniyu predelno dopustimyykh kontsentratsiy vrednykh veshchestv v vode vodoemov: utv. MZ SSSR 15.04.75 №1296-75; 1976. 78 s.
17. Guidelines for drinking-water quality. Second Edition. Geneva: WHO, 1993(1); 1996(2); 1997(3).
18. Metodychni vkazivky z vyznachennia sulfoksafloru u vodi metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafi: № 1668-2020 vid 27.10.2020, zatv. Ministerstvom ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz № 212 vid 27.10.2020).
19. Vremennye metodicheskiye ukazaniya po primeneniyu raschetnogo metoda obosnovaniya oriyentirovochnyykh dopustimyykh kontsentratsiy (ODK) pestitsidov v pochve. Utv. MZ SSSR 14.01.1981 g. №2283-81; 1982. 6 s.
20. Metodychni vkazivky z vyznachennia sulfoksafloru u grunti metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafi: №1669-2020 vid 27.10.2020, zatv. Ministerstvom ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz №212 vid 27.10.2020).
21. Сергеев С.Г. Оценка возможности возникновения острых токсических эффектов при работе с пестицидами с учетом их избирательности действия. Сучасні проблеми токсикології. 2008;4:29-31.
22. Metodychni rekomendatsii «Vyvchennia, otsinka i zmenshennia ryzyku inhaliatsiinoho i perkutannoho vplyvu pestytsydiv na osib, yaki pratsuiut z nymy abo mozhtu zaznavaty vplyvu pid chas i pislia khimichnoho zakhystu roslin ta inshykh ob'ektiv: MP 8.8.1.4-162-2009. Zatv. MOZ Ukrainy 13.05.2009 №324; 2009. 32 s.
23. Metodychni vkazivky z vyznachennia sulfoksafloru v povitri robochoi zony ta atmosferному povitri metodom vysokoefektyvnoi ridynnoi khromatohrafi: №1667-2020 vid 27.10.2020, zatv. Ministerstvom ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy (Nakaz №212 vid 27.10.2020).
24. Guidance Document on Estimating Persistence and Degradation Kinetics from Environmental Fate Studies on Pesticides in EU Registration: report of the FOCUS Work Group on Degradation Kinetics, EC Document Reference Sanco/10058/2005 version 2.0. 434 p.
25. Vasilev VP. Dmitrenko PA. Kavetskiy VN i dr. Spravochnik po kontrolyu za primeneniym sredstv khimizatsii v selskom khozyaystve (pod red. Vasileva VP). K.: Urozhay; 1989. 160 s.
26. Hoskin M. Mathematical treatments of the rate of loss of pesticide residues. Food and Agriculture Organization Plant Protection Bulletin. 1961;9:163-8.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Кравчук Олександр Павлович – кандидат медичних наук, перший заступник директора, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Медведєв Вадим Іванович - кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник, відділ «Інститут екологієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів», Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Жмінько Петро Григорович – доктор біологічних наук, завідувач відділу «Інститут експериментальної токсикології і медико-біологічних досліджень», Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна. ORCID: 0000-0001-7314-9947.

Гринько Алла Петрівна – кандидат хімічних наук, завідувач відділу «Інститут екологієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів», Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна, ORCID: 0000-0002-2865-0385.

Сергєєв Сергій Георгійович – кандидат медичних наук, провідний науковий співробітник, відділ «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів», Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Багацька Олена Миколаївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, відділ «Інститут екогієни і токсикології пестицидів і агрохімікатів», Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України». Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Павленко Ірина Петрівна – провідний інженер, лабораторія аналітичної хімії, Державне підприємство «Науковий центр превентивної токсикології, харчової та хімічної безпеки імені академіка Л.І. Медведя Міністерства охорони здоров'я України», Адреса: вул. Героїв Оборони, 6, 03127, м. Київ, Україна.

Стаття надійшла до редакції 05.01.2023

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleksandr Pavlovych Kravchuk – Candidate of Medical Sciences, First Deputy Director, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine.

Vadym Ivanovych Medvediev – Candidate of Medical Sciences, leading researcher, Department “Institute of Ecohygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals”, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine.

Zhminko Petro Hryhorovych – Doctor of Biological Sciences, Head of the Department “Institute of Experimental Toxicology and Medical-Biological Research”, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine.
ORCID: 0000-0001-7314-9947.

Hrynko Alla Petrivna – Candidate of Chemical Sciences, Head of the Department “Institute of Ecohygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals”, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine,
ORCID: 0000-0002-2865-0385.

Serheiev Serhiy Georhiyovych – Candidate of Medical Sciences, leading researcher, Department “Institute of Ecohygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals”, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine.

Olena Mykolaivna Bahatska – Candidate of Agricultural Sciences, senior researcher, Department “Institute of Ecohygiene and Toxicology of Pesticides and Agrochemicals”, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine.

Pavlenko Iryna Petrivna – leading engineer, Laboratory of Analytical Chemistry, State Enterprise “L.I. Medved’s Research Center for Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, The Ministry of Health of Ukraine”, Address: str. Heroiv Oborony, 6, 03127, Kyiv, Ukraine.

The article was received by the editorial 01.05.2023