УДК 504.5:661.16:631.4 **10.31548/biologiya2021.04.004**
http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/15991

НАКОПИЧЕННЯ ЗАЛИШКОВИХ КІЛЬКОСТЕЙ ПЕСТИЦИДІВ У ҐРУНТАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ УГІДЬ

[1]САЛЬНІКОВА А. В., *кандидат сільськогосподарських наук, старший викладач кафедри загальної екології, радіобіології та безпеки життєдіяльності,*
ORCID *0000-0001-6706-2140*
[2]САЛЬНІКОВ С. М., *кандидат сільськогосподарських наук, науковий співробітник,*
ORCID *0000-0002-6704-2729*

[1]Національний університет біоресурсів і природокористування України
[2]Інститут здоров'я рослин

***Анотація**. Внесення пестицидів в Україні широко застосовується під час вирощування сільськогосподарських культур, проте є небезпека накопичення в ґрунтах їхніх залишків. Особливо в разі використання діючих речовин, які заборонені до використання у Європейському союзі, але дозволені до використання в Україні підвищується ризик накопичення цих речовин та їхніх метаболітів у ґрунтах сільськогосподарських земель. Перед визначенням небезпеки накопичення залишків пестицидів було аналізовано перелік препаратів, які вносилися на сільськогосподарських землях дослідного господарства. Для оцінювання можливості накопичення в грунті залишків пестицидів було проведено у 2021 році визначення їхнього вмісту в ґрунтах на полях виробничої сівозміни Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» (Васильківський район Київської області) на різних сільськогосподарських культурах (пшениця озима, кукурудза та соняшник). Аналіз накопичення залишків пестицидів показав, що вже на початку вегетаційного періоду було знайдено залишки флутріафолу без перевищення нормативів, а метолахлору – на межі дозволеного рівня. Вкінці вегетаційного періоду на кукурудзі та соняшнику знайдено перевищення максимально-допустимих рівнів метолахлору, ципроконазолу та ципродінілу. Після збору урожаю пшениці озимої зафіксовано перевищення метолахлору та ципроконазолу. Для оцінювання впливу залишків пестицидів на токсичність ґрунту було здійснено фітотест на визначення схожості насіння редису з червоним кінчиком. Результати досліджень показали, що най-*

більшою фітотоксичністю володіє грунт поля 4, де було внесено найбільшу кількість препаратів II класу небезпечності. Було встановлено, що ризик накопичення залишків пестицидів збільшується за збільшення кількості препаратів I – II класу небезпечності, що вносяться в ґрунти.

Ключові слова. *Пестициди, залишки пестицидів, клас небезпечності речовин, сільськогосподарське підприємство, фітотоксичність.*

Вступ. За даними Євростату використання пестицидів у Європейському союзі (ЄС) у 2019 році становило 333 418 тонн. Понад дві третини загального обсягу продажів пестицидів ЄС у 2011 – 2019 рр. зосереджені в таких країнах-членах, як Німеччина, Іспанія, Франція та Італія (Eurostat, 2021).

Наразі в Європейському союзі створюються Національні плани дій, спрямовані на розробку та впровадження цілей, завдань, заходів, що спрямовані на зменшення обсягів використання та ризиків негативного впливу залишків пестицидів на здоров'я людини та довкілля (Directive 2009/128/EC, 2009). Також зв'язку із впровадженням Програми Green Deal у галузі сільського господарства в Європі скорочуються обсяги застосування пестицидів, і далі забороняють різні діючі речовини, які використовуються для захисту сільськогосподарських культур (European Green Deal, 2019).

Таку необхідність підтверджують проведені наукові дослідження, що свідчать про наявність у грунтах 11 країн Європи високих концентрацій залишків пестицидів, зокрема, гербіцидів – гліфосату, амінометилфосфонової кислоти (АМРА), ДДТ та його метаболітів, а також фунгіцидів широкого спектру дії – боскаліду, епоксиконазолу та тебуконазолу (Silva V., 2019).

У Європейському Союзі є велика база даних щодо дозволених до використання діючих речовин, що дозволені до використання у сільському господарстві, із зазначенням допустимих рівнів вмісту цих речовин у грунтах, сільськогосподарських рослинах, організмі тварин, риб тощо (EU Pesticides Database, 2021).

За офіційною статистикою у 2020 році в Україні було використано 40,8 тис. тонн різних пестицидів на площі 48,96 млн га, зокрема, біологічних препаратів на площі 1713 тис га, а хімічних пестицидів – на 46 242 тис га. Динаміка застосування пестицидів із 2018 до 2020 рр. свідчить про поступове зменшення обсягів їхнього внесення, що пов'язано зі збільшенням концентрації діючої речовини в препаратах (Держспоживслужба України, 2020).

Україна у 2014 році підписала угоду про Асоціацію з Європейським союзом, що зумовило необхідність імплементації нормативно-правової бази у галузі нормування вмісту залишків пестицидів к грунтах. Аналіз нормативних документів Європейською союзу показав значне скорочення кількості дозволених діючих речовин (наразі заборонено 120 речовин). Серед них гербіциди (атразин, гліфосат, ацетохлор), інсектициди (імідаклоприд, хлорпірифос та хлорпірифос-метил).

Проте в Україні заборонених до застосування діючих речовин лише 80, тому і далі використовують цілу низку діючих речовин, які можуть чинити негативний вплив на навколишнє природне середо-

вище та живі організми. Для експорту сільськогосподарської продукції з України до Європи необхідно слідкувати за світовим тенденціями із заборони пестицидів, реалізовувати досвід ЄС в Україні та контролювати залишки пестицидів у грунтах сільськогосподарських земель та вирощеній на ній продукції.

Особливу увагу потрібно приділяти аналізу залишків пестицидів у спеціальних сировинних зонах та органічному виробництві сільськогосподарської продукції (у разі надання статусу оператора органічного виробництва), оскільки під час ведення такого сільськогосподарського виробництва можна використовувати лише дозволені речовини для захисту сільськогосподарських рослин (Макаренко, 2014).

Матеріали та методи дослідження.

Дослідження проводились у на базі Відокремленого підрозділу Національного університету біоресурсів і природокористування України «Агрономічна дослідна станція» (ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція»). Визначення вмісту залишків пестицидів проводилося на 5 полях польової сівозміни (рис. 1.)

Зразки грунту відбирали на початку вегетаційного періоду (квітень 2021) та після збору урожаю озимої пшениці (вересень 2021) на полі № 1, 2, 4 (частина 1). Також відбирали зразки грунту перед сівбою (квітень 2021 р.) та 30 днів після внесення усіх пестицидів (вересень 2021 р.) на полях кукурудзи № 3, 4 (частина 2) та соняшнику – № 5.

Переважаючий тип грунту на полях господарства – чорнозем типовий середньосуглинковий. Фізико-хімічні показники чорнозему типового середньосуглинкового: pH сольової витяжки 7,2 – 7,7, вміст гумусу – 3,6 – 5,8, вміст азоту – 108 – 150 мг/кг, вміст фосфору – 98,01 – 142,0 мг/кг, вміст калію – 58,38 – 141,0 мг/кг.

Рис. 1 Структура посівних площ ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у 2021 році

Відбір зразків для визначення вмісту залишків пестицидів здійснювався за ДСТУ ISO 10381-1:2004 «Якість грунту. Відбирання проб. Частина 1. Настанови щодо складання програми відбирання проб (ISO 10381-1:2002, IDT)», ДСТУ ISO 10381-2:2004 «Якість грунту. Відбирання проб. Частина 2. Настанови з методів відбирання проб (ISO 10381-2:2002, IDT)». Були відібрані середньозважені проби грунту із шару 0-20 см ручним пробовідбірником.

Дослідження вмісту залишків пестицидів у грунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» проводили методом хроматомас спектрометрії, зокрема, рідинним хроматографом Agilent 1260 з одноквадропульним детектором

Agilent 6125, рідинним хроматографом Agilent 1290 з трьохквадропульним детектором Agilent 6460, газовим хроматографом Agilent 7890B з одноквадропульним детектором Agilent 5977 та трьохквадропульним детектором Agilent 7000.

Вплив залишків пестицидів на токсичність грунту оцінювали за допомогою біотесту за використанням ДСТУ ISO 17126:200 «Якість грунту. Визначення впливу забруднників на флору грунту. Спостережний дослід на проростання насіння салату (Lactuca sativa L.)» на культурі редис із червоним кінчиком.

Результати дослідження та їх обговорення.

Для дослідження можливості накопичення залишків пестицидів у грунтах було обрано підприємство з інтенсивною системою захисту сільськогосподарських культур. Аналіз препаратів, які вносилися на полях господарства у 2021 році на кожному із 5 полів польової сівозміни показав, що більшість препаратів відносяться до II та III класу небезпечності (табл.1).

1. Перелік препаратів, які вносилися на полях ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у 2021 році

№ з/п	Номер поля господарства	Назва препарату	Тип препарату	Назва діючої речовина, г/л	Клас небезпечності препарату
1	2	3	4	5	6
1	1	Примекстра Голд	гербіцид	S–метолахлору, 400 атразин, 320	III
2		Карбезим	фунгіцид	карбендазим, 500	II
3		Канонір Дуо	інсектицид	імідаклоприд, 300 лямбда-цигалотрин, 100	II
4		Пріма Форте	гербіцид	флорасулам, 5, аміно-піралід, 10, 2,4–Д (2–етилгексиловий ефір), 180	III
5	2	Флутривіт	фунгіцид	флутріафол, 250	III
6		Болівар форте	фунгіцид	тубеконазол, 240	II
7		Канонір Дуо	інсектицид	імідаклоприд, 300 лямбда-цигалотрин, 100	II
8		Пріма Форте	гербіцид	флорасулам, 5, аміно-піралід, 10, 2,4–Д (2–етилгексиловий ефір), 180	III
9		Гезагард	гербіцид	прометрин, 500	III
10	3 (частина 1)	Примекстра Голд	гербіцид	s–метолахлору, 400 атразин, 320	III
11		Форнет	гербіцид	нікосульфурон, 40	III
1	2	3	4	5	6

12	3 (частина 2)	Пріма Форте	гербіцид	флорасулам, 5, аміно-піралід, 10, 2,4–Д (2–етилгексиловий ефір), 180	III
13		Гезагард	гербіцид	прометрин, 500	III
14	4 (частина 1)	Тілт Турбо	фунгіцид	фенпропідин, 450 пропіконазол, 125	II
15		Енжіо	інцектицид	тіаметоксам,141 лямбда–цигало-трин,106	II
16		Дербі	гербіцид	флуметсулам 100 флорасулам 75	III
17	4 (частина 2)	Примекстра Голд	гербіцид	s–метолахлору, 400 атразин, 320	III
18		Енжіо	інцектицид	тіаметоксам,141 лямбда–цигало-трин,106	II
19		Амістар Екс-тра	фунгіцид	азоксистробін, 200, ци-проконазол 80	II
20		Канонір Дуо	інсектицид	імідаклоприд,300 лямбда-цигало-трин,100	II
21		Флутривіт	фунгіцид	флутріафол,250	III
22		Гезагард	гербіцид	прометрин, 500	III
23	5	Форнет	гербіцид	нікосульфурон, 40	III
24		Харнес	гербіцид	фцетохлор, 900	II
25		Гезагард	гербіцид	прометрин, 500	III
26		Хорус	фунгіцид	ципродиніл, 750	III

Уже на початку вегетаційного періоду (озима пшениця) та перед посівом сільськогосподарських культур (кукурудза, соняшник) виявлено залишки пестицидів у грунтах усіх полів ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція», крім поля 3 (частина 1) (табл. 2). Залишки флутріафолу знайдено на полях 1, 2, 4 та 5, проте його вміст не перевищував максимально-допустимих рівнів. Знайдено також залишки метолахлору на полях 2, 3 (частина 2), який знаходився на межі дозволеного рівня.

2. Уміст залишків пестицидів у ґрунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (квітень 2021 р.)

Назва діючої речовини	Вміст у грунті, мг/кг	Відхилення, мг/кг	Максимально-допустимі рівні, мг/кг
1	2	3	4
Поле 1			
флутріафол	0,033	±0,017	0,1
імідаклоприд	не знайдено	-	0,08
лямбда-цигалотрин	не знайдено	-	0,003
флуметсулам	не знайдено	-	0,05
1	2	3	4
флорасулам	не знайдено	-	не встановлено
Поле 2			
флутріафол	0,015	±0,008	0,1
метолахлор	0,019	±0,010	0,02

флуметсулам	не знайдено	-	0,05
флорасулам	не знайдено	-	не встановлено
імідаклоприд	не знайдено	-	0,08
лямбда-цигалотрин	не знайдено	-	0,003
тербутилазин	не знайдено	-	0,003
Поле 3 (частина 1)			
нікосульфурон	не знайдено	-	2,0
імідаклоприд	не знайдено	-	0,08
лямбда-цигалотрин	не знайдено	-	0,003
Поле 3 (частина 2)			
метолахлор	0,019	±0,010	0,02
тербутилазин	не знайдено	-	0,003
імідаклоприд	не знайдено	-	0,08
лямбда-цигалотрин	не знайдено	-	0,003
Поле 4 (частина1)			
флутріафол	0,019	±0,010	0,1
флуметсулам	не знайдено	-	0,05
флорасулам	не знайдено	-	не встановлено
карбендазим	не знайдено	-	0,01
Поле 4 (частина 2)			
флутріафол	0,045	±0,023	0,1
флуметсулам	не знайдено	-	0,05
флорасулам	не знайдено	-	не встановлено
імідаклоприд	не знайдено	-	0,08
лямбда-цигалотрин	не знайдено	-	0,003
Поле 5			
флутріафол, мг/кг	0,028	±0,014	0,1
фенпропідин	не знайдено	-	0,005
пропіконазол	не знайдено	-	0,04
тіаметоксам	не знайдено	-	0,02
лямбда–цигалотрин	не знайдено	-	0,003

Токсичність пестицидів залежить від низки показників, одним яких є час піврозпаду, а він так само залежить від типу грунту, режиму його вологості та фізико-хімічних властивостей найдієвішої речовини. Дані про час піврозпаду метолахлору різняться у науковій літературі, в середньому 39 – 63 діб (Westra, 2014), а флутріафолу 400 – 1500 діб (EFSA, 2010) (European Food Safety Authority, 2010; Anastassiadou, 2020). Виявлення залишків цих речовин майже через рік після їхнього внесення свідчить про надмірне його внесення, а також процеси в грунті, які запобігають процесам розкладу цих речовини в грунті.

Наприкінці вегетаційного періоду (30 днів після внесення препаратів) на полях кукурудзі – № 3, 4 (частина 1) та соняшнику – № 5 знайдено залишки великої кількості діючих речовин. Перевищення максимально-допустимих рівнів встановлено для метолахлору (поля 3 частина 1 та 4 частина 2), ципроконазолу (поле 4) та ципродінілу (поле 5). Після збору урожаю пшениці озимої визначено вміст залишків пестицидів на полях 1, 2, 4 (частина 2) показав, що перевищення максимально-допустимих рівнів метолахлору (поля 1 та 4 частина 2), прометрину (поле 2) та ципроконазолу (поле 4 частина 2) (табл. 3).

Було з'ясовано, що високі концентрації залишків пестицидів зафіксовано за внесення на полях препаратів ІІ класу небезпечності, що свідчить про додатковий негативний вплив на агроекосистеми цього чинника.

3. Уміст залишків пестицидів у грунтах ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» (вересень 2021 р.)

Назва діючої речовини	Вміст у грунті, мг/кг	Відхилення, мг/кг	Максимально-допустимі рівні, мг/кг
1	2	3	4
Поле 1			
метолахлор	0,062	±0,031	0,02
імідаклоприд	0,038	±0,019	0,04
р,р`-ДДЕ	0,054	±0,027	0,1
р,р`-ДДТ	0,012	±0,006	0,1
інші пестициди	<0,01	-	-
Поле 2			
флутріафол	0,029	±0,015	0,1
імідаклоприд	0,146	±0,073	0,04
прометрин	0,045	±0,023	0,5
р,р`-ДДЕ	0,032	±0,016	0,1
р,р`-ДДТ	0,017	±0,009	0,1
інші пестициди	<0,01	-	-
Поле 3 (частина 1)			
метолахлор	0,315	±0,158	0,02
прометрин	0,028	±0,014	0,5
інші пестициди	<0,01	-	-
Поле 3 (частина 2)			
імідаклоприд	0,013	±0,007	0,04
пропіконазол	0,011	±0,006	0,2
прометрин	0,266	±0,133	0,5
ципродініл	0,024	±0,012	0,2
інші пестициди	<0,01	-	-
1	2	3	4
Поле 4 (частина 1)			
флутріафол	0,031	±0,016	0,1
ципроконазол	0,012	±0,006	0,01
імідаклоприд	0,030	±0,015	0,04
пропіконазол	0,020	±0,010	0,2
прометрин	0,255	±0,128	0,5
ципродініл	0,022	±0,011	0,2
інші пестициди	<0,01	-	-
Поле 4 (частина 2)			
метолахлор	0,198	±0,099	0,02
азоксистробін	0,101	±0,051	0,3
ципроконазол	0,107	±0,054	0,01
флутріафол	0,033	±0,017	0,1
імідаклоприд	0,031	±0,016	0,04
тіаметоксам	0,035	±0,018	0,1

прометрин	0,028	±0,014	0,5
хлорпірифос	0,033	±0,017	0,2
інші пестициди	<0,01	-	-
Поле 5			
нікосульфурон	0,082	±0,041	0,2
ацетохлор	0,024	±0,012	0,5
прометрин	0,204	±0,102	0,5
ципродініл	0,018	±0,009	0,2
інші пестициди	<0,01	-	-

Найшвидше розкладаються імідаклоприд – час його піврозпаду 2 – 12,2 діб (Phong, 2009), прометрин – 40-60 діб, ципродініл – 11-98 доби, пропіконазол – 15-96 діб, нікосульфурон – 20 – 150 діб (Pesticide Properties DataBase, 2021), тіаметоксам – 46 – 89 діб (Rosa, 2015). Більше часу необхідно для розпаду ципроконазолу – 60-500 діб, хлорпіріфосу 12 – 200 днів, азоксистробіну – 120-260 діб, (Pesticide Properties DataBase, 2021). Знайдені залишки ДДТ та ДДЕ є метаболітами розкладу 2,4–Д (2–етилгексилового ефіру), час піврозпаду якого становить 26-99 діб (Muszyńsk, 2020).

Для встановлення токсичності грунту було поведено фітотестування із редисом сорту з червоним кінчиком. Результати показали, що в разі збільшення кількості внесення в грунт препаратів ІІ класу небезпечності прослідковується пригнічення проростання насіння редису (рис. 2). Поле 4 характеризується великою кількістю залишків пестицидів, перевищенням максимально-допустимих рівні вмісту залишків метолахлору та ципроконазолу, що вплинуло на схожість редису, зокрема, 81 % у порівнянні із 93 % на контролі. Це свідчить про негативний влив залишків пестицидів у грунтах сільськогосподарських земель на процеси росту і розвитку рослин.

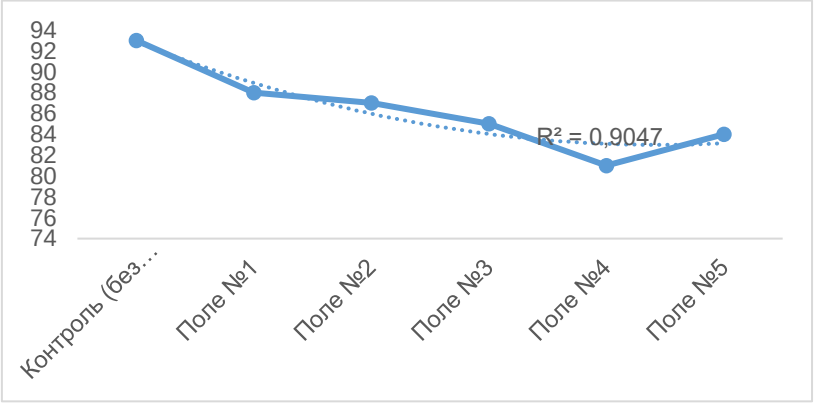

Рис. 2. Визначення фітотоксичності ґрунту (чорнозему типового середньосуглинкового) за пророщенням насіння редису сорту з червоним кінчиком

Висновки і перспективи.

У сучасних умовах сільськогосподарського виробництва постає проблема накопичення залишків пестицидів у грунтах сільськогосподарських земель. Аналіз препаратів, які вносилися на полях ВП НУБіП України «Агрономічна дослідна станція» у 2021 році на кожному із 5 полів польової сівозміни показав, що більшість препаратів належать до II та III класу небезпечності.

На початку вегетаційного періоду (озима пшениця) та перед посівом сільськогосподарських культур (кукурудза, соняшник) виявлено перевищення метолахлору на полях 2, 3 (частина 2). Залишки флутріафолу знайдено на полях 1, 2, 4 та 5, але без перевищення максимально-допустимих рівнів. Так само наприкінці вегетаційного періоду (30 днів після внесення препаратів) знайдено перевищення максимально-допустимих рівнів метолахлору (поля 3 частина 1 та 4 частина 2), ципроконазолу (поле 4) та ципродінілу (поле 5). Після збору урожаю пшениці озимої визначено перевищення максимально-допустимих рівнів метолахлору (поля 1 та 4 частина 2), прометрину (поле 2) та ципроконазолу (поле 4 частина 2). Результати досліджень свідчать, що небезпека накопичення в грунтах залишків пестицидів зростає у разі збільшення внесення препаратів II класу небезпечності.

Проведено визначення фітотоксичності грунту із залишками пестицидів (грунт відібрано у вересні 2021 року) за пророщенням редису сорту з червоним кінчиком, показав, що в разі збільшення залишків пестицидів зменшується схожість насіння. Саме грунт поля 4 характеризується перевищенням максимально-допустимих рівні вмісту залишків метолахлору та ципроконазолу, а також найменшим рівнем схожості насіння редису.

У результаті дослідження було з'ясовано, що збільшення кількості та концентрації залишків пестицидів залежить від класу небезпечності препаратів, які вносилися на полях господарства. Використання в Україні діючих речовин, які заборонені у Європейському союзі та низці країн світу може підвищувати ризики накопичення залишків пестицидів у грунтах сільськогосподарських земель. Так само накопичення залишків пестицидів у грунтах може негативно впливати на ріст і розвиток сільськогосподарських культур та живі організми грунту.

References

1. Agri-environmental indicator - consumption of pesticides. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agri-environmental_indicator_-_consumption_of_pesticides

2. Directive 2009/128/EC of the European Parliament and of the Council of 21 October 2009 establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Available at: https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2009/128/oj

3. European Green Deal. Available at: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52019DC0640&qid=1637194176298

4. Silva V., Mol H.G.J., Zomer P., Tienstra M., Ritsema C.J., V. Geissena (2019) Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded. Science of The Total Environment, Vol.

653, 532-1545 https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.441

5. EU Pesticides Database (2021) Active substances, safeners and synergists (1465 matching records). Available at: https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active substances/?event=search.as

6. Zabezpechenist` sil` gosppidpry` yemstv zasobamy` zaxy`stu rosly`n u 2020 roci Derzhavna sluzhba Ukrayiny` z py`tan` bezpechnosti xarchovy`x produktiv ta zaxy`stu spozhy`vachiv. Available at: https://dpss.gov.ua/fitosanitariya-kontrol-u-sferi nasinnictva-ta-rozsadnictva/fitosanitarnij-kontrol/fitosanitarnij-monitoring/zahis_t-roslin [in Ukrainian]

7. Makarenko N.A., Salnikova A.V., Bondar V.I. (2014) Prydatnist pestytsydiv dlia zakhystu silskohospodarskykh roslyyn v orhanichnomu vyrobnytstvi. Zakhyst i karantyn roslyn, №12. SS. 3 – 4 [in Ukrainian]

8. Westra E.P., Shaner D.L., Westra P.H., Chapman P. L. (2014) Dissipation and Leaching of Pyroxasulfone and S-Metolachlor. Weed Technology , Volume 28, Issue 1 , March 2014 , pp. 72 – 81. DOI: https://doi.org/10.1614/WT-D-13-00047.1

9. EFSA (European Food Safety Authority), 2010. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance flutriafol. EFSA
Journal 2010;8(10):1868, 50 pp.

10. M. Anastassiadou, G. Bernasconi, A. Brancato, L. Carrasco Cabrera, L. Ferreira, L.Greco, S. Jarrah, A.Kazocina, R. Leuschner, J. O. Magrans, I. Miron, S. Nave, R. Pedersen, H. Reich, A. Rojas, A. Sacchi, M.l Santos, A.Pia Scarlato, A. Theobald, B. Vagenende, and A. Verani (2020) Evaluation of confirmatory data following the Article 12 MRL review and setting of an import tolerance for flutriafol in cucurbits (inedible peel) EFSA J. 2020 Dec; 18(12): e06315. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6315

11. Thai Khanh Phong, Dang Thi Tuyet Nhung, Takashi Motobayashi, Dang Quoc Thuyet & Hirozumi Watanabe (2009) Fate and Transport of Nursery-Box-Applied Tricyclazole and Imidacloprid in Paddy Fields. Water, Air, and Soil Pollution. volume 202, pages 3–12. https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11270-008-9953-z

12. PPDB: Pesticide Properties DataBase. Available at: http://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/465.htm#3

13. Rosa I. I., Rômulo P., Scorza P., Júlio J., SaltonIeda de Carvalho C., Fábio M., Mercante M. (2015) Persistence of insecticides and microbiological attributes in a soil under different management systems Cienc. Rural, 45 (01) https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131328

14. Muszyńsk, Brodowska M.S., Paszko T. (2020) Occurrence and transformation of phenoxy acids in aquatic environment and photochemical methods of their removal: a review. Environmental Science and Pollution Research volume 27, 1276–1293

A. V. SALNIKOVA, S. M. SALNIKOV (2021). ACCUMULATION OF PESTICIDE RESIDUAL AMOUNTS IN AGRICULTURAL SOILS.
BIOLOGICAL SYSTEMS: THEORY AND INNOVATION, 12(4): 43-53.
http://journals.nubip.edu.ua/index.php/Biologiya/editor/submission/15991
https://doi.org/10.31548/biologiya2021.04.004

Abstract. *The application of pesticides in Ukraine is widely used in the cultivation of crops, but there is a danger of accumulation of their residues in the soil. Especially when using plant protection products with active substances that are highly toxic to the environment and living organisms. Before determining the risk of accumulation of pesticide residues, it is necessary to analyze the list of drugs that were applied to agricultural land. The assess the possibility of accumulation of pesticide residues in the soil, their content in the soils of the agricultural enterprise was determined. The research was conducted in 2021 on the fields of industrial crop rotation of the Separate Division of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine "Agronomic Research Station" (Vasylkiv district of Kyiv region) on various crops (winter wheat, corn, and sunflower). Analysis of the accumulation of pesticide residues showed that at the beginning of the growing season residues of flutriafol were found without exceeding the standards, and metolachlor - at the permissible level. At the end of the growing season, the maximum permissible levels of metolachlor, cyproconazole and cyprodinil were found to be exceeded in maize and sunflower. After harvesting winter wheat, an excess of metolachlor and cyproconazole was recorded. It was found that high concentrations of pesticide residues were recorded when applying hazard class II drugs in the fields. To assess the effect of pesticide residues on soil toxicity, a phytotest was performed to determine the germination of radish seeds with a red tip. The results confirm the previous studies on the increased risk of accumulation of pesticide residues when applied to soils of hazard class II drugs, as the greatest phytotoxicity was recorded in the soil of the field where most of these drugs were applied.*

Keywords. *Pesticides, pesticide residues, evaluation, agricultural enterprise, phytotoxicity.*