



АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ



АГРАРНІ ІННОВАЦІЇ

№ 24



Видавничий дім
«Гельветика»
2024

Реєстрація суб'єкта у сфері друкованих медіа: Рішення Національної ради України з питань телебачення і радіомовлення № 1553 від 09.05.2024 року. Ідентифікатор медіа R30-04609.

Журнал включений до Переліку наукових фахових видань України (категорія «Б») зі спеціальностей 101 «Екологія», 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин» відповідно до Наказу МОН України від 26.11.2020 № 1471 (додаток 3); зі спеціальностей 051 «Економіка», 203 «Садівництво, плодоовочівництво та виноградарство» відповідно до Наказу МОН України від 25.10.2023 № 1309 (додаток 4).

Рекомендовано до друку Вченою радою Інституту кліматично орієнтованого сільського господарства НААН (протокол № 10 від 30 квітня 2024 року).

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Головний редактор:

Вожегова Раїса Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, заслужений діяч науки і техніки України, директор, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Члени редакційної колегії:

Антощенкова Віталіна Володимирівна – доктор економічних наук, доцент, доцент кафедри глобальної економіки, Державний біо-технологічний університет;

Афанасьєва Оксана Геннадіївна – кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії фіто-патології, Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України;

Барсукова Олена Анатоліївна – кандидат географічних наук, доцент, Одеський державний екологічний університет;

Бойченко Еліна Борисівна – доктор економічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій, агроекологічних і економічних досліджень, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Височанська Марія Ярославівна – доктор економічних наук, старший дослідник, заступник директора з наукової роботи та інноваційного розвитку, Інститут агроекології і природокористування Національної академії аграрних наук України;

Вольвач Оксана Василівна – кандидат географічних наук, доцент, Одеський державний екологічний університет;

Грановська Людмила Миколаївна – доктор економічних наук, професор, завідувач відділу зрошувального землеробства та декарбонізації агроєкосистем, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гришова Інна Юріївна – доктор економічних наук, професор, помічник директора з міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Гуторов Олександр Іванович – доктор економічних наук, професор, провідний науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій, агроекологічних і економічних досліджень, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Домарацький Євгеній Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, доцент, професор кафедри рослинництва та садово-паркового господарства, Миколаївський національний аграрний університет;

Сгорова Тетяна Михайлівна – доктор сільськогосподарських наук, головний науковий співробітник, доцент кафедри екології, Інститут садівництва Національної академії аграрних наук України;

Засць Сергій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач відділу кліматично орієнтованих агротехнологій, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Ковальова Ірина Анатоліївна – доктор сільськогосподарських наук, директор, Національний науковий центр «Інститут виноградарства і виноробства імені В.Є. Таїрова» Національної академії аграрних наук України;

Косенко Надія Павлівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Лавриненко Юрій Олександрович – доктор сільськогосподарських наук, професор, академік Національної академії аграрних наук України, головний науковий співробітник відділу селекції сільськогосподарських культур, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Ломовських Людмила Олександрівна – доктор економічних наук, професор, професор кафедри глобальної економіки, Державний біотехнологічний університет;

Ма Сянфей (Ma Xiangfei) – доктор філософії, професор, Ханчжоуський університет Діанзі (Hangzhou Dianzi University, Ханчжоу, Китай);

Петрзак Стефан (Pietrzak Stefan) – доктор наук, професор, завідувач відділу якості води, Технологічний та природничий інститут (Рашин, Польща);

Пілярська Олена Олександрівна – кандидат сільськогосподарських наук, старший дослідник, завідувач відділу маркетингу та міжнародної діяльності, Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства Національної академії аграрних наук України;

Стригун Олександр Олексійович – доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, завідувач лабораторії ентомології та стійкості сільськогосподарських культур проти шкідників, Інститут захисту рослин Національної академії аграрних наук України;

Хандакар Рафік Іслам (Khandakar Rafiq Islam) – доктор наук, старший науковий співробітник, доцент, Державний університет Огайо, (Огайо, США);

Чугай Ангеліна Володимирівна – доктор технічних наук, професор, декан природоохоронного факультету, Одеський державний екологічний університет;

Шебаніна Олена Вячеславівна – доктор економічних наук, професор, декан факультету менеджменту, Миколаївський національний аграрний університет;

Яковенко Роман Володимирович – кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри плодівництва і виноградарства, Уманський національний університет садівництва.

У журналі подаються результати наукових досліджень теоретичного та практичного характеру з питань аграрних наук і продовольства. Висвітлено елементи системи землеробства, обробіток ґрунту, удобрення, раціональне використання поливної води, особливості ґрунто-тотвірних процесів. Приділено увагу питанням кормовиробництва, вирощування зернових, картоплі та інших культур, створення нових сортів і гібридів, біотехнологій, економіки виробництва.

Науковий журнал «Аграрні інновації» розрахований на науковців, аспірантів, спеціалістів сільського господарства.

Статті у виданні перевірені на наявність плагіату за допомогою програмного забезпечення StrikePlagiarism.com від польської компанії Plagiat.pl.

Адреса редакційної колегії:

Видавничий дім «Гельветика»

м. Одеса, вул. Інглєзі, 6/1

Телефон: +38 (050) 835 07 12

e-mail: info@agrarian-innovations.izpr.ks.ua

www.agrarian-innovations.izpr.ks.ua

ЗМІСТ

| | |
|---|-----|
| МЕЛІОРАЦІЯ, ЗЕМЛЕРОБСТВО, РОСЛИННИЦТВО | 7 |
| Алексєєв О.О., Врадій О.І., Кравцов Д.С. Екологічна оцінка діяльності підприємств з переробки вторинних відходів на довкілля..... | 7 |
| Базиленко Є.О., Марченко Т.Ю. Біометричні показники інноваційних гібридів кукурудзи різних груп ФАО за різних строків сівби в умовах Північного Степу..... | 15 |
| Бердін С.І., Мурач О.М., Колісник О.М., Триус В.О. Врожайність сої в залежності від схем передпосівної обробки насіння різнодіючими біологічними препаратами..... | 24 |
| Васильковська К.В. Системний аналіз агророботів в сільськогосподарському виробництві..... | 31 |
| Вожегова Р.А., Шабля О.С., Книш В.І., Косенко Н.П., Кокойко В.В. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку галузі баштанництва в Україні..... | 37 |
| Войтко А.В. Біометричні показники рослин пшениці м'якої ярої залежно від фону мінерального живлення та систем захисту..... | 44 |
| Гадзало Я.М., Вожегова Р.А., Лікар Я.О. Оптимізація технології вирощування сортів сої на поливних землях залежно від інокуляції насіння та захисту рослин..... | 53 |
| Гончар М.В. Динаміка виробництва нуту в Україні та світі..... | 60 |
| Желдубовський М.С., Ярошук С.В., Дубовик І.І. Вплив строків сівби на формування показників структури врожаю пшениці озимої..... | 67 |
| Карачун В.Л. Вплив різних комерційних гібридів підщеп на біометричні показники рослин, врожайність і якість плодів гібриду помідора Мерліс в зимових теплицях..... | 73 |
| Карашук Г.В., Казанок О.О. Продуктивність сортів картоплі весняного строку садіння залежно від регуляторів росту рослин в умовах зрошення Півдня України..... | 82 |
| Ковальов М.М., Васильковська К.В., Крижанівський В.Г. Вплив крапельного зрошення на засвоєння елементів живлення при вирощуванні <i>Fragaria ananassa</i> | 88 |
| Леус В.В., Муленок Я.О. Способи прорідження зав'язі інтенсивних насаджень яблуні сорту Ерлі Ред Ван (Ерован) в умовах Лівобережного Лісостепу України..... | 96 |
| Мащенко Ю.В., Соколовська І.М., Кулик Г.А. Біотехнологічний напрямок вирощування пшениці озимої залежно від сівозмінного фактору в умовах Степу України..... | 101 |
| Панцирева Г.В., Ковальчук В.М. Дослідження елементів технології вирощування сої на основі мобілізаційних агропідходів за природніх процесів ґрунтово-імобілізаційного характеру..... | 107 |
| Пащенко Н.О., Циліорик О.І., Лядська І.В. Продуктивність сучасних сортів винограду столового при вирощуванні у закритому ґрунті..... | 113 |
| Полуніна О.В., Чаплюцький А.М. Архітектоніка кореневої системи двопрвідникових саджанців яблуні залежно від способу створення провідників і розміщення у ряду..... | 118 |
| Попова О.П., Кулик М.І. Вплив позакореневої обробки посівів на врожайність біомаси сорго цукрового..... | 123 |
| Рибак О.С., Пацева І.Г. Міське огородництво на даху – екологічне подолання продовольчої кризи в урбанізованому середовищі..... | 135 |
| Ткачук О.П., Бондарук Н.В. Поширення хвороб у посівах соняшнику залежно від удобрення..... | 141 |
| Фурманець О.А., Крайна М.А., Бортник І.М. Продуктивність гібридів соняшнику на дерново-підзолистих ґрунтах Західного Полісся на прикладі селекції Pioneer..... | 146 |
| Цицюра Я.Г. Особливості формування кореневої системи та кореневої біомаси редьки олійної залежно від агротехнологічних параметрів конструювання її ценозу..... | 151 |
| Чигрин О.В., Воропай Ю.В., Шащук В.А. Урожайність різних гібридів соняшника залежно від норми висіву..... | 160 |
| СЕЛЕКЦІЯ, НАСІННИЦТВО | 166 |
| Буняк Н.М., Буняк О.І. Трансгресії біометричних ознак у гібридів F ₂ ячменю ярого голозерного..... | 166 |

| | |
|--|-----|
| Кириленко В.В., Судденко Ю.М., Дубовик Н.С., Гуменюк О.В., Мурашко Л.А., Лось Р.М., Замліла Н.П., Сабадин В.Я. Вплив попередників і строків сівби на посівні якості насіння у північно-східній частині Лісостепу України..... | 174 |
| Косенко Н.П., Книш В.І., Шабля О.С., Кокойко В.В., Бондаренко К.О. Оцінка зразків дині за стійкістю до УФ-В опромінення при створенні нових стресотолерантних сортів для Півдня України..... | 183 |
| Лозінський М.В., Філіцька О.О., Устинова Г.Л., Зінченко С.В., Самойлик М.О. Трансгресивна мінливість кількості зерен головного колоса у популяцій F_2 і F_3 пшениці м'якої озимої..... | 189 |
| Лядська І.В., Цилюрик О.І., Пащенко Н.О. Реалізація генетично обумовленої продуктивності суниці в умовах закритого ґрунту..... | 196 |
| Окселенко О.М., Назаренко М.М. Цитогенетична мінливість у сучасних сортів пшениці озимої..... | 201 |
| Рисін А.Л., Демидов О.А., Вологдіна Г.Б., Гуменюк О.В., Пикало С.В. Трансгресивна мінливість в популяціях F_2 , F_3 пшениці м'якої озимої за ознаками продуктивності в умовах Лісостепу України | 206 |
| Тищенко А.В., Степанов С.С., Тищенко О.Д., Коновалова В.М., Очкала О.С. Аналіз гібридів соняшника середньостиглої групи за різних умов зволоження на Півдні України. | 214 |
| Хорошун І.В., Назаренко М.М. Врожайність та якість зерна нових сортів пшениці озимої в умовах Півночі Степу..... | 227 |
| СТОРІНКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО | 232 |
| Герасимчук Л.О., Пацева І.Г., Валерко Р.А. Гуманітарне розмінування України..... | 232 |
| НАШІ ЮВІЛЯРИ | 239 |
| 60 років з дня народження Грабовецької Ольги Анатоліївни..... | 239 |

CONTENTS

| | |
|--|-----|
| MELIORATION, ARABLE FARMING, HORTICULTURE | 7 |
| Aliksieiev O.O., Vradii O.I., Kravtsov D.S. Environmental assessment of the activities of secondary waste processing enterprises..... | 7 |
| Bazilenko E.O., Marchenko T.Yu. Biometric indicators of innovative corn hybrids of different FAO groups at different sowing times in the conditions of the Northern Steppe..... | 15 |
| Berdin S.I., Murach O.M., Kolisnyk O.M., Tryus V.O. Soybean yield depending on the schemes of pre-sowing treatment of seeds with different-acting biological preparations..... | 24 |
| Vasytkovska K.V. System analysis of agricultural robots in agricultural production..... | 31 |
| Vozhehova R.A., Shablia O.S., Knysh V.I., Kosenko N.P., Kokoiko V.V. The current state, problems and prospects for the development of the melon industry in Ukraine..... | 37 |
| Voytko A.V. Biometric parameters of spring wheat plants depending on the background of mineral nutrition and defense systems..... | 44 |
| Hadzalo Ya.M., Vozhehova R.A., Likar Ya.O. Optimization of soybean cultivation technology on irrigated lands depending on seed inoculation and plant protection..... | 53 |
| Honchar M.V. Dynamics of production chickpeas in Ukraine and world..... | 60 |
| Zheldubovskiy M.S., Yaroshchuk S.V., Dubovyk I.I. The influence of sowing dates on the formation of indicators of the structure of the winter wheat harvest..... | 67 |
| Karachun V.L. Influence of different commercial hybrid rootstocks on biometric indicators and fruit yield and quality of hybrid Merlis tomato in winter greenhouses..... | 73 |
| Karashchuk G.V., Kazanok O.O. The productivity of potato varieties planted in spring depending on plant growth regulators under irrigation conditions in Southern Ukraine..... | 82 |
| Kovalov M.M., Vasytkovska K.V., Kryzhanivskiy V.G. The effect of drip irrigation on the assumption of nutrient elements in the cultivation of <i>Fragaria ananassa</i> | 88 |
| Leus V.V., Mulenok Ya.O. Ways of thinning the ovary of intensive plantings of apple trees of the Early Red One (Erovan) variety in the conditions of the Left-Bank Forest-Steppe of Ukraine..... | 96 |
| Mashchenko Yu.V., Sokolovska I.M., Kulyk G.A. Biotechnological direction of winter wheat cultivation depending on the crop rotation factor in the conditions of the Steppe of Ukraine..... | 101 |
| Pantsyрева H.V., Kovalchuk V.M. Study of the elements of soybean cultivation technology based on mobilization agro-approaches under natural soil-immobilization processes..... | 107 |
| Paschenko N.O., Tsyliuryk O.I., Liadska I.V. Modern table grapes varieties productivity under cultivation in closed soilless system..... | 113 |
| Polunina O.V., Chaploutskiy A.M. Architectonics of a root system of young bi-axis apple trees depending on the formation of axes and their placement in the row..... | 118 |
| Popova O.P., Kulyk M.I. The effect of foliar treatment of crops on the yield of sugar sorghum biomass..... | 123 |
| Rybak O.S., Patseva I.G. Urban gardening on the roof is an ecological solution to the food crisis in an urbanized environment..... | 135 |
| Tkachuk O.P., Bondaruk N.V. Spread of diseases in sunflower crops depending on fertilizer..... | 141 |
| Furmanets O.A., Kraina M.A., Bortnyk I.M. Productivity of sunflower hybrids on sod-podzolic soils of Western Polissia on the example of Pioneer selection..... | 146 |
| Tsytsyura Ya.G. Features of formation of the root system and root biomass of oil radish depending on agrotechnological parameters of its cenosis design..... | 151 |
| Chygryn O.V., Voropai Yu.V., Shashchuk V.A. Yield of different sunflower hybrids depending on seeding rate..... | 160 |
| BREEDING, SEED PRODUCTION | 166 |
| Bunyak N.M., Bunyak O.I. Transgressions of biometric traits in hullless spring barley F ₂ hybrids..... | 166 |
| Kyrylenko V.V., Suddenko Yu.M., Dubovyk N.S., Humeniuk O.V., Murashko L.A., Los R.M., Zamlila N.P., Sabadyn V.Ia. The influence of predecessors and sowing dates on the sowing qualities of seeds in the northeastern part of the Forest-Steppe of Ukraine..... | 174 |

| | |
|---|-----|
| Kosenko N.P., Knych V.I., Shablia O.S., Kokoiko V.V., Bondarenko K.O. Evaluation of melon samples for resistance to UV-B radiation in the selection of new stress-tolerant varieties for the South of Ukraine..... | 183 |
| Lozinskyi M.V., Filitska O.O., Ustynova H.L., Zinchenko S.V., Samoilik M.O. Transgressive variability of the number of grains of the main spike in F ₂ and F ₃ populations of soft winter wheat..... | 189 |
| Liadska I.V., Tsyliuryk O.I., Paschenko N.O. Realization of genetically determined strawberry productivity under conditions of closed soilless system..... | 196 |
| Okselenko O.M., Nazarenko M.M. Cytogenetic variability among modern winter wheat varieties..... | 201 |
| Rissine A.L., Demydov O.A., Volohdina H.B., Humeniuk O.V., Pykalo S.V. Transgressive variability in F ₂ , F ₃ populations of winter bread wheat for productivity traits in the conditions of the Forest Steppe of Ukraine..... | 206 |
| Tyshchenko A.V., Stepanov S.S., Tyshchenko O.D., Konovalova V.M., Ochkala O.S. Analysis of sunflower hybrids of the mid-ripening group under different moisture conditions in the South of Ukraine..... | 214 |
| Khoroshun I.V., Nazarenko M.M. Yield and grain quality of new winter wheat varieties under the conditions of the Northern Steppe..... | 227 |
| PAGE OF A YOUNG SCIENTIST | 232 |
| Herasymchuk L.O., Patseva I.H., Valerko R.A. Humanitarian demining of Ukraine..... | 232 |
| OUR ANNIVERSARY CELEBRANTS | 239 |
| 60 years since the birth of Hrabovetska Olha Anatoliivna..... | 239 |

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE ACTIVITIES OF SECONDARY WASTE PROCESSING ENTERPRISES

ALIEKSIEIEV O.O. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

orcid.org/0000-0001-5807-4932

Vinnitsia National Agrarian University

VRADII O.I. – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Lecturer

orcid.org/0000-0001-7383-3829

Vinnitsia National Agrarian University

KRAVTSOV D.S. – Student

orcid.org/0008-0000-0299-0720

Vinnitsia National Agrarian University

Formulation of the problem. Almost all types of human economic activity are associated with the generation of waste. Every year, the number of landfills increases, and the problem of environmental pollution with garbage does not lose its relevance. Secondary processing of waste, or recycling, allows not only to free up space in landfills, but also to attract the received raw materials for the manufacture of new goods. Its main advantages are the saving of natural resources and financial benefit.

When studying the aspect of the influence of the activities of enterprises on secondary processing of waste, the terms of decomposition of materials should be taken into account:

- paper – from several months to 2 years;
- food leftovers – from 2 to 6 months;
- metal (depending on the type) – from 10 to 500 years;
- plastic (depending on the type) – from 100 to 1000 years;
- glass – more than 1000 years.

All this, without further use and destruction, will accumulate in huge quantities for a long time, causing damage to the environment. The landfills themselves pose a serious threat to humans, as they are located in the open air and are subject to external influences. This leads to the release of toxic substances into the atmosphere, soil and groundwater.

Recycling of waste makes it possible to significantly improve the ecology of the planet, reduce production costs, at the same time make a large profit and get the opportunity to reduce the prices of goods. And in addition, we will be able to maintain the balance of the natural recovery of the earth's resources. If we do not start sorting waste and do not reuse it today, then in a couple of decades our planet will turn into one big landfill.

Analysis of recent research and publications. In Ukraine, waste processing is understood as the implementation of any technological operations associated with changing the physical, chemical, or biological properties of waste, with the aim of preparing it for environmentally safe storage, transportation, disposal [11]. That is, processing is a preparatory stage for carrying out further operations,

in particular utilization (use of waste as secondary material or energy resources, incineration for the purpose of generating thermal or electrical energy) or disposal (carrying out operations with waste that do not lead to their use as secondary material or energy resources, in particular burial, incineration without production of thermal or electrical energy, etc.). As we can see, the legislative understanding of the concept of recycling in Ukraine and in the EU countries is somewhat different.

In 2020, about 52 million m³ or about 10 million tons of household waste was generated in Ukraine (without taking into account data from the Republic of Crimea and the city of Sevastopol). Of these, only about 6.6% of household waste was processed and disposed of, of which: 2.48% was incinerated and 4.18% went to collection points for secondary raw materials and waste processing plants, all the rest were buried or taken to spontaneous landfills.

Compared to EU countries, the Ukrainian indicator of the level of SHW recycling is impressively low [12]. Unlike European countries, where a significant part of waste is subject to secondary processing, in Ukraine the effectiveness of the application of recycling methods is at the stage of study. That is, as a matter of fact, we do not have an industry for processing and disposal of waste [13].

In order to efficiently process waste, it needs to be sorted into fractions and preferably at the place of their generation. The cheapest method of sorting is sorting by place of formation, that is, separate collection. At the same time, there is practically no culture of separate collection of household waste among the population in Ukraine. Similar systems are implemented so sporadically that their practical benefit is close to zero [20]. According to various data, the service for separate collection of household waste is introduced in 800 to 1.200 settlements out of almost 30.000, and a quarter of the population is not covered by centralized household waste removal services at all [14].

The sorting of solid waste in Ukraine is provided by 25 waste sorting lines [16] that operate in Vinnitsia, the town of Murovani Kurylivtsi (Vinnitsia region), the villages of Bryshche (Volyn region), Dnipro, Kramatorsk (Donetsk region), Zaporizhzhia, Kropyvnytskyi, the city of

Chervonohrady, and the village of Yelihovychi (Lviv region), the villages of Abrykosove and Dobrozhanov (Odesa region), the villages of Plebanivka (Ternopil region), Sumy, Chernivtsi. There are also garbage sorting lines in Bila Tserkva, Obukhiv, Bucha, Irpen, Volodarka of the Kyiv region and in Kyiv (6 sorting lines) [4]. At the same time, the total share of sorted waste is very low. Thus, in 2021, only 4.2% of household waste went to recycling centers and waste processing plants [17].

Not only the lack of technology, but also legislative inconsistency hinders the proper processing of waste. Only on September 22, 2016, the processing and disposal of household waste was included in the types of activities that are subject to licensing [8]. On 05/25/2017, the licensing conditions for conducting household waste processing business activities were approved [3]. And only on October 27, 2017, the procedure for forming and setting the tariff for household waste processing services was approved [20].

On November 8, 2017, the Government of Ukraine approved the National Waste Management Strategy in Ukraine until 2030, which is based on the following principles:

- hierarchy of waste management, which provides for actions related to waste management in the following sequence: prevention of waste generation, preparation for reuse without preliminary treatment, waste processing, other types of utilization, including the use of waste as secondary energy resources, removal (landfill) only in the absence of an opportunity to complete the previous steps of the hierarchy;

- the transition to a closed cycle economy, which assumes that the volume of products, materials and resources is used in the economy as long as possible and the generation of waste is minimized;

- proximity, which provides for the reduction of potential risks from waste pollution by processing them as close as possible to the sources of generation;

- a warning, which, in the presence of evidence of an environmental risk, appropriate precautionary measures should be taken;

- joint responsibility, participation of state authorities, local self-government bodies, business entities, as well as the public when making decisions regarding the achievement of environmental policy goals;

- extended responsibility of the manufacturer, which provides for the responsibility of manufacturers and importers of products for accepting returned products and waste left after their use, as well as further waste management;

- self-sufficiency, which involves the creation of an integrated and adequate mayor networks of waste disposal and disposal facilities, which will enable the state or region to ensure independent disposal and disposal of its own waste [2].

It should be noted that Ukraine should continue to integrate and adapt EU waste management legislation in accordance with the Association Agreement with the EU. And it is also necessary to adopt and implement a number of legislative norms that will allow the introduction of complex waste processing. In particular, we are talking about waste processing as a separate industry and creat-

ing conditions for attracting investments that will allow the construction of waste processing facilities [4].

The purpose of the article is to study the impact of a secondary waste processing enterprise on the environment.

Research materials and methods. Our research was conducted on the example of a secondary waste processing enterprise located in the city of Vinnytsia, LLC «Podilska Sich». The main activity of the limited liability company «Podilska Sich» is: collection of safe waste.

Soils were collected from the sites of the «Podilska Sich» enterprise on the territory of the enterprise itself and beyond, using the envelope method from each site separately, and the samples were sent to the laboratory for determination of heavy metals in them.

Laboratory studies to determine the content of heavy metals in the soil were carried out in a certified and accredited laboratory – the Scientific and Measuring Agrochemical Laboratory of the Vinnytsia National Agrarian University.

Observations, records and measurements were carried out according to generally accepted methods:

- soil samples were taken from the 0–20 cm layer in accordance with SSU ISO 10381–1:2004;

- determination of the content of mobile forms of heavy metals (Pb, Cd, Zn, Cu) – after extraction with an acetate-ammonium buffer solution pH 4.8 by the method of atomic absorption spectrophotometry in accordance with SSU 4770.

Atomic absorption spectral analysis is a method of analysis that is carried out based on the selective absorption of light by atoms of a substance converted into an atomic gaseous state. Radiation from a light source, passing through vapors of a substance at frequencies that coincide with the frequency of transition of an electron from the main level to the one closest to it, is absorbed (resonance line), and its concentration in the sample is determined by the degree of weakening of the intensity of the spectral lines of the studied element. The intensity of light absorption by the atomic absorption method is determined by the Bouguer-Lambert-Beer law:

$$D = \lg(I_0/I) = k l C \quad (1)$$

where D – the optical density (absorption); I_0 – the output intensity of the exciting light; I – the intensity of the light that passed through the sample; k – absorption coefficient; l – the thickness of the absorption layer; C – the concentration of the element to be determined. The absorption coefficient k , which is proportional to the probability of a resonance transition, does not depend on temperature.

A temperature of ~2000–3000 °C is required for sample atomization. In this temperature range, flame atomizers are used, electrothermal atomizers, but most often – flame atomizers that work on a mixture of acetylene and nitrous oxide. In this temperature range, more than 90% of atoms are not in an excited state, so other atoms and molecules cannot affect the absorption coefficient. This fact, along with the small number of absorption lines, determines the high selectivity of this method. The light source emits a line spectrum that contains the required line of the element to be determined.

Lamps with a hollow cathode, electrodeless gas discharge lamps, and a tunable laser are used as radiation

sources. A significant disadvantage of the atomic absorption method, compared to the atomic emission spectral analysis method, is the impossibility of simultaneous detection of several elements in the sample and the need for their sequential determination. The method of atomic absorption analysis, compared to other methods of atomic spectral analysis, is much simpler and allows determining up to 70 elements with a sensitivity of $\sim 10^{-4}$ – $10^{-9}\%$ of the mass of not only low but also high concentrations in samples. Today, the method is considered one of the most selective, express, productive, accurate and, at the same time, relatively cheap methods.

To assess the degree of danger of a pollutant element, we used the hazard ratio of the pollutant element – the ratio between the concentration of the pollutant in the soil and their maximum permissible concentration. It is used to assess the degree of danger of a polluting element. Under normal conditions, the hazard ratio should be less than or equal to 1. It is determined by the formula:

$$HR = C_i / (MPC_i) \geq 1 \quad (2)$$

where C_i is the concentration of the i -th pollutant, mg/kg; MPC_i is the maximum permissible concentration of that pollutant, mg/kg.

Research results. The company «Podilska Sich» LLC was founded with the aim of solving one of the most global problems of today – the preservation of natural resources and the improvement of the ecological situation in Ukraine due to the implementation of the best world experience in waste management, stable collection of recyclable materials and disposal of hazardous waste.

The company is an active member of the All-Ukrainian Production and Environmental Association «UkrVtorma», which includes about 100 specialized procurement and processing enterprises located throughout Ukraine.

The Eco-Service company has many years of experience in the field of purchasing secondary raw materials: waste paper, glass containers and broken glass, polyethylene film, PET bottles, plastic, scrap metal, PVC waste.

Our highly qualified specialists have been providing a full range of licensed hazardous waste disposal services for more than five years in a row, in accordance with modern standards and requirements in the field of environmental protection.

The company's goal: to preserve natural resources and improve the environmental situation in Ukraine through the implementation of the best global experience in waste management, deep sorting of garbage, comprehensive environmental awareness and the use of innovative resource and energy saving technologies.

Tasks of the company:

- to create better conditions for the client, so that recycling is accessible and beneficial to everyone;
- ensure prompt and systematic removal of recyclables by own transport;
- to introduce innovative technologies for the elimination of landfills and the complete abandonment of the system of waste disposal at landfills;
- to provide large-scale environmental education among the population;

- teach everyone who wants to properly sort waste and hand over recyclables;
- to be a reliable, experienced and open company in its field.

Activities:

- collection of safe waste;
- mechanical processing of metal products;
- conducting investigations;
- wholesale trade in metals and metal ores;
- wholesale trade in waste and scrap;
- collection of hazardous waste;
- processing and removal of safe waste;
- processing and removal of hazardous waste;
- sawmill and planing production;
- production of wooden building structures and carpentry products;
- production of wooden containers;
- production of wood products;
- production of paper and cardboard;
- production of rubber products;
- production of other plastic products;
- forging, stamping, minting; powder metallurgy.

Studies of the impact of the enterprise «Podilska Sich» on the environment, including on soils and the content of toxic elements in them, were conducted at three experimental sites located within 500 m of the enterprise and directly on its territory (Fig. 1).

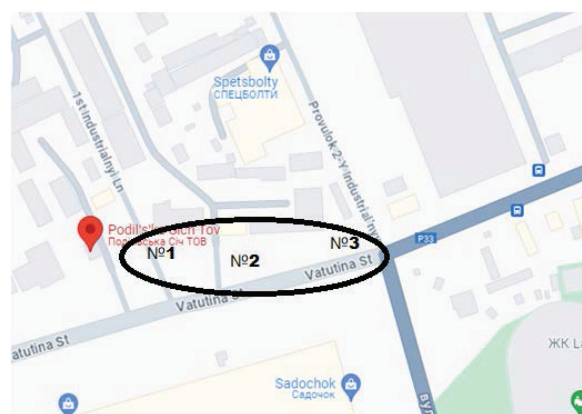


Fig. 1. Sampling of soil

Characteristics of research sites:

- soil sampling № 1 was carried out on the territory of the enterprise itself;
- soil sampling № 2 was carried out at a distance of 200 m from the enterprise in the intermediate area between the enterprise itself and the garbage collection point;
- soil sampling № 3 was carried out at a distance of 450 m from the enterprise, on the territory of the waste reception point.

Monitoring of the content of heavy metals in the soil of the «Podilska Sich» enterprise is shown in Table 1.

The results of the research showed that the content of Pb in the first experimental area within the limits of the enterprise itself was 0.31 mg/kg. Within the intermediate area between the enterprise itself and the waste reception point, at a distance of 200 m from the enterprise, the

Table 1

Monitoring the content of heavy metals in the soil of the enterprise «Podilska Sich»

| Experimental sites | Heavy metals, mg/kg | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|------------|----------------|------------|----------------|-------------|----------------|------|
| | Pb | | Cd | | Zn | | Cu | |
| | Actual content | MPC | Actual content | MPC | Actual content | MPC | Actual content | MPC |
| №1 | 0.31 | 6.0 | 0.03 | 0.7 | 1.01 | 23.0 | 0.21 | 55.0 |
| №2 | 0.94 | 6.0 | 0.31 | 0.7 | 2.08 | 23.0 | 1.41 | 55.0 |
| №3 | 0.76 | 6.0 | 0.09 | 0.7 | 1.93 | 23.0 | 0.97 | 55.0 |
| Average | 0.67 | 6.0 | 0.37 | 0.7 | 1.67 | 23.0 | 1.93 | 55.0 |

concentration of Pb in the soil increased and amounted to 0.94 mg/kg. At a distance of 450 m from the enterprise, within the waste reception point, the content of Pb in the soil decreased to 0.76 mg/kg. That is, significant changes in the concentration of Pb in the soil were detected at site № 2, which is not part of the location of the enterprise, but is intermediate, this is due to the fact that this site is part of a road where intensive traffic is carried out every day.

The study of Cd concentration at the first experimental site within the enterprise itself was 0.03 mg/kg. Within the intermediate area between the enterprise itself and the waste reception point, at a distance of 200 m from the enterprise, the concentration of Cd in the soil increased and amounted to 0.31 mg/kg. At a distance of 450 m from the enterprise, within the limits of the waste reception point, the Cd content in the soil decreased to 0.09 mg/kg. That is, significant changes in the concentration of Cd in the soil were detected at site № 1, which is not part of the location of the enterprise, but is intermediate. The accumulation of a higher concentration of Cd is also caused by the location of this site.

The results of the research showed that the Zn content at the first experimental site within the enterprise was 1.01 mg/kg. Within the intermediate area between the enterprise itself and the waste reception point, at a distance of 200 m from the enterprise, the concentration of Zn in the soil increased and amounted to 2.08 mg/kg. At a distance of 450 m from the enterprise, within the waste reception point, the content of Zn in the soil decreased and amounted to 1.93 mg/kg. There were no significant changes in the concentration of Zn in the soil of the experimental plots.

Studies have shown that the content of Cu in the first test area within the enterprise itself was 0.21 mg/kg. Within the intermediate area between the enterprise itself and the waste reception point, at a distance of 200 m from the enterprise, the concentration of Cu in the soil increased and amounted to 1.4 mg/kg. At a distance of 450 m from the enterprise,

within the waste reception point, the content of Cu in the soil decreased to 0.97 mg/kg. Again, an intense increase in the concentration of Cu can be seen in experimental site № 2, in principle the same as the previous elements.

Experimental site № 1 has the lowest indicators of the content of heavy metals in the soil. The intensity of accumulation of heavy metals on the territory of the enterprise «Podilska Sich» is shown in Table 2.

The concentration of Pb on the territory of the enterprise does not exceed the state standards and is 0.31 mg/kg with a limit of 6.0 mg/kg, which is 19.3 times lower than the limit.

We calculated the hazard ratio of heavy metals in the soil on the territory of the enterprise «Podilska Sich». It is calculated as the ratio of the actual heavy metal content in the soil to the maximum permissible concentration of this metal. If the hazard ratio is less than one, this indicates safe environmental conditions. The smaller the danger coefficient, the better the situation is created. The hazard ratio of Pb was 0.05. This indicates safe environmental conditions in the soil for Pb on the territory of the enterprise.

In the studied area, no excess of Cd pollution was found relative to MPC, as its concentration was 23.3 times lower than the maximum permissible concentration. The hazard ratio was 0.04 (Fig. 2).

On the territory of the enterprise, no exceedance of the maximum permissible concentration of Zn was detected – 1.01 mg/kg at a limit of 23 mg/kg, i.e. 22.7 times less than the norm. The hazard ratio of Zn in the soil was 0.04. The content of Cu was 0.21 mg/kg in the first experimental area, which is 261.2 times lower than the maximum permissible concentration. The hazard ratio was 0.003.

Experimental site № 2 is located in the intermediate territory directly from the enterprise to site № 3 of the waste reception point at a distance of 200 m from the enterprise. The intensity of accumulation of heavy metals in the soil in this area is shown in Table 3.

Table 2

The intensity of the accumulation of heavy metals in the soil on the territory of the enterprise «Podilska Sich»

| Indicator | Units of measurement | MPC | Actual content | Hazard ratio |
|-----------|----------------------|------|----------------|--------------|
| Pb | mg/kg | 6.0 | 0.31 | 0.05 |
| Cd | | 0.7 | 0.03 | 0.04 |
| Zn | | 23.0 | 1.01 | 0.04 |
| Cu | | 55.0 | 0.21 | 0.003 |

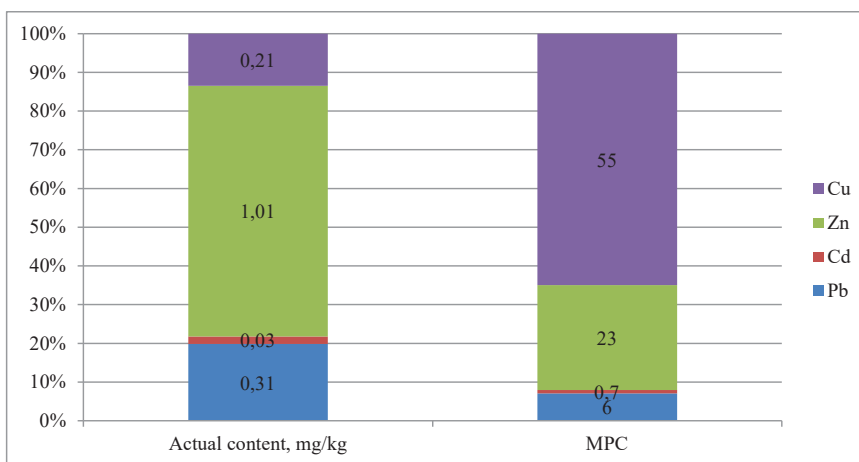


Fig. 2. Intensity of accumulation of heavy metals on the territory of the enterprise «Podilska Sich» at experimental site №1

Table 3

The intensity of the accumulation of heavy metals in the soil in the territory of the intermediate section between the enterprise «Podilska Sich» and the waste reception point

| Indicator | Units of measurement | MPC | Actual content | Hazard ratio |
|-----------|----------------------|------|----------------|--------------|
| Pb | mg/kg | 6.0 | 0.94 | 0.15 |
| Cd | | 0.7 | 0.31 | 0.44 |
| Zn | | 23.0 | 2.08 | 0.09 |
| Cu | | 55.0 | 1.4 | 0.02 |

The hazard ratio of Pb in the soil of the experimental site, located 200 m from the enterprise at an intermediate location to the waste reception point, was 0.15, which is a safe indicator. The hazard ratio of Cd – 0.44, Zn – 0.09 and Cu – 0.02 are also safe.

Indicators of the content of heavy metals in the intermediate experimental area correspond to state regulations and are shown in Fig. 3.

The content of Pb, Cd, Zn and Cu in the soil did not exceed the MPC. Although it was the highest in the territories we studied.

The results of the conducted research are shown in Table 4 at experimental site № 3, where waste is directly accepted at a distance of 450 m from the enterprise itself.

The hazard ratio of Pb in the soil area of the waste reception point was 0.12, Cd – 0.12, Zn – 0.08 and Cu – 0.01. In all cases, it is significantly less than one, which indicates environmentally safe conditions.

Examination of the soil on the territory of the waste reception point did not show an excess of the maximum permissible concentrations (Fig. 4).

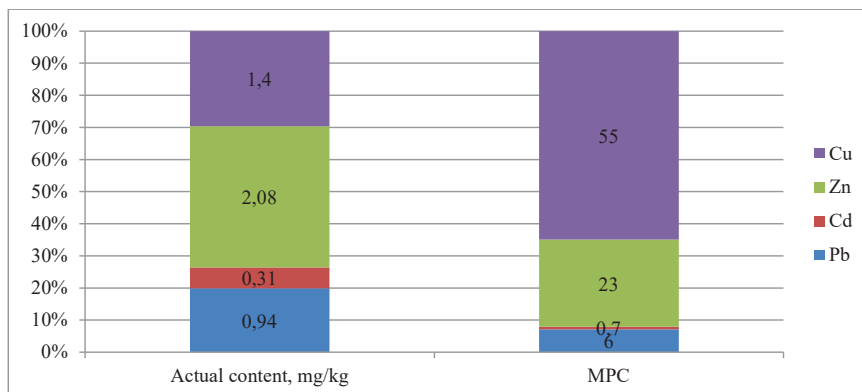


Fig. 3. Intensity of accumulation of heavy metals at experimental site № 2, which is the median between the enterprise and the waste reception point

Table 4

The intensity of the accumulation of heavy metals in the soil on the territory of the waste reception point of the enterprise «Podilska Sich»

| Indicator | Units of measurement | MPC | Actual content | Hazard ratio |
|-----------|----------------------|------|----------------|--------------|
| Pb | mg/kg | 6.0 | 0.76 | 0.12 |
| Cd | | 0.7 | 0.09 | 0.12 |
| Zn | | 23.0 | 1.93 | 0.08 |
| Cu | | 55.0 | 0.97 | 0.01 |

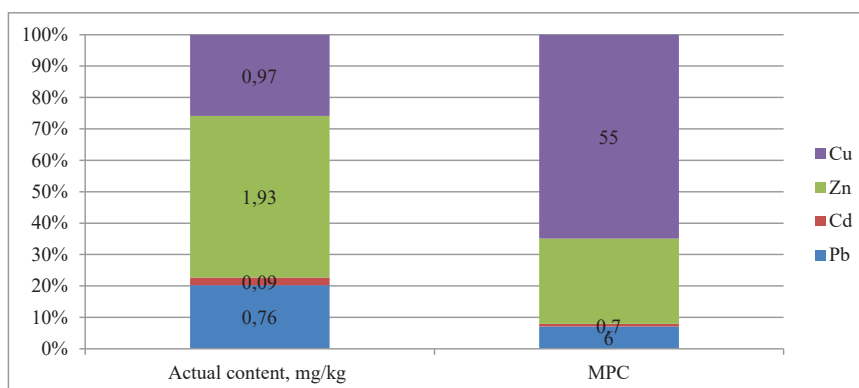


Fig. 4. Intensity of accumulation of heavy metals at experimental site No. 3, which is a waste reception point

Soil studies showed the absence of toxic soil contamination. The concentration of Pb and Cd is 7.89 and 7.77 times lower than the MPC, respectively. The content of Zn and Cu also did not exceed the standards and were 11.9 and 56.7 times lower than the MPC, respectively.

Conclusions. Studies have established the absence of toxic soil contamination. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Zn, and Cu was below the MPC, which indicates that the enterprise «Podilska Sich» LLC for the processing of secondary waste does not harm the environment. The highest content of heavy metals was determined in the intermediate section between the enterprise and the point of reception of secondary raw materials, but at the same time the indicators did not exceed the MPC. The objective reason for the increase in the concentration of heavy metals in this area is the proximity of the highway, which is a direct source of heavy metal contamination of the soil. The indicator of the hazard ratio in the studied territories did not exceed 1, therefore, this ecotoxicological assessment of the soils of «Podilska Sich» LLP confirms the safety of the work of enterprises processing secondary waste.

BIBLIOGRAPHY:

1. Анісімова Г.В. Статистичне дослідження екологічної складової сталого розвитку регіону. *Вісник ЖДТУ*. 2011. №2 (56). С. 194–199.
2. Семенов В.Ф., Михайлюк О.Л., Галушкіна Т.П. Екологічний менеджмент: навч. посіб. К.: Центр навчальної літератури. 2004. 408 с.
3. Стратегія соціально-економічного розвитку Вінницької області «Нова Вінниччина – 2023». URL: http://www.state-gov.sumy.ua/docs/pova_sumscina_2015.html (дата звернення 18.09.2023 р.).
4. Бровдій В.М., Гаца О.О. Екологічні проблеми України. К.: НПУ ім. М.П. Драгоманова. 2000. 111 с.
5. Міністерство екології та природних ресурсів України. URL: <http://www.menr.gov.ua/>
6. Ігнатенко О.П. Економіко-екологічні аспекти рециркуляції вторресурсів з твердих побутових відходів. *Екологія і ресурси*. 2003. № 4. С. 115–120.
7. Злобін Ю.А., Кочубей Н.В. Загальна екологія. Суми: ВТД «Університетська книга». 2003. 416 с.
8. Фоменко О.О., Маслово В.С., Фесенко А.М., Рідний Р.В. Комплексна переробка твердих побутових відходів – раціональний шлях для вирішення екологічних проблем. *Інженерія природокористування*. 2017. № 1(7). С. 126–130.
9. Бойчук Ю.Д., Солошенко Е.М., Бугай О.Л. Екологія і охорона навколишнього середовища. Суми: ВТД «Університетська книга», 2003. 284 с.
10. Білявський Г.О., Бутченко Л.І., Навроцький В.М. Основи екології. К.: Лібра, 2002. 352 с.
11. Мусієнко М.М., Серебряков В.В., Браїон О.В. Екологія, охорона природи. К.: «Знання». 2002. 550 с.
12. Паламаренко Я.В. Переробка відходів сільськогосподарських виробництв як інноваційний орієнтир розвитку АПК: екологічний, соціальний та економічний вектор. Наук.-практ. конф. "Сільські території України: стан і перспективи розвитку", 16-17 трав. 2019. Львів, 2019. 3 с.
13. Гончарук І.В. Ефективність виробництва біогазу з вторинних ресурсів. Наук.-практ. конф. "Сільські території України: стан і перспективи розвитку", 16-17 трав. 2019. Львів, 2019. 3 с.
14. Токарчук Д.М. Handling of agricultural waste in Ukraine: modern state and prospects. Наук.-практ. конф. "Сільські території України: стан і

- перспективи розвитку", 16-17 трав. 2019. Львів, 2019. 3 с.
15. Пришляк Н.В. Institutional basics of waste management for agricultural enterprises. Наук.-практ. конф. "Сільські території України: стан і перспективи розвитку", 16-17 трав. 2019. Львів, 2019. 3 с.
 16. Гончарук І.В., Вовк В.Ю. Понятійний апарат категорії сільськогосподарські відходи, їх класифікація та перспективи подальшого використання для виробництва біоенергії. *Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики*. 2020. № 3 (53). С. 23–38.
 17. Токарчук Д.М. Управління ефективним використанням сільськогосподарських відходів для виробництва біогазу. *Облік і фінанси*. №3(81). 2018. С. 133–139.
 18. Honcharuk I. Use of Wastes of the Livestock Industry as a Possibility for Increasing the Efficiency of AIC and Eeplenishing the energy Balance. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*. 2020. vol. 9. № 1. P. 9–14.
 19. Ткачук О.П., Гусак С.В. Особливості накопичення відходів та шляхи їх переробки у Вінницькій області. *Вісник Дніпропетровського державного аграрно-економічного університету*. № 1. 2014. С. 106–109.
 20. Honcharuk I., Tokarchuk D., Gontaruk Y., Hreshchuk H. Bioenergy recycling of household solid waste as a direction for ensuring sustainable development of rural areas. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*. 2023. Vol. 26, Issue. 1. P. 23–42. DOI: 10.33223/epj/161467
- REFERENCES:**
1. Anisimova, H.V. (2011). Statystychne doslidzhenia ekolohichnoi skladovoi staloho rozvytku rehionu [Statistical study of the ecological component of sustainable development of the region]. *Visnyk ZhDTU–Bulletin of the Zhytomyr State Technical University*, 2 (56), 194–199 [in Ukrainian].
 2. Semenov, V.F., Mykhailiuk, O.L., & Halushkina, T.P. (2004). *Ekolohichni menedzhment: navch. posib.* [Environmental management: education. manual]. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury – Center for Educational Literature, 408 p. [in Ukrainian].
 3. Stratehiia sotsialno-ekonomichnoho rozvytku Vinnytskoi oblasti «Nova Vinnychchyna – 2023» [Strategy of socio-economic development of Vinnytsia region «New Vinnytsia – 2023»]. URL: http://www.state-gov.sumy.ua/docs/nova_sumscina_2015.html (data zvernennia 18.09.2023) [in Ukrainian].
 4. Brovdii, V.M., & Hatsa, O.O. (2000). *Ekolohichni problemy Ukrainy* [Environmental problems of Ukraine]. Kyiv: NPU im. M.P. Drahomanova, 111 p. [in Ukrainian].
 5. Ministerstvo ekolohii ta pryrodnykh resursiv Ukrainy [Ministry of Ecology and Natural Resources of Ukraine]. URL: <http://www.menr.gov.ua/> (data zvernennia 18.03.2024) [in Ukrainian].
 6. Ihnatenko, O.P. (2003). Ekonomiko-ekolohichni aspekty retsyklu vtorresursiv z tverdykh pobutovykh vidkhodiv [Economic and ecological aspects of recycling secondary resources from solid household waste]. *Ekolohiia i resursy–Ecology and resources*, 4, 115–120 [in Ukrainian].
 7. Zlobin, Yu.A., & Kochubei, N.V. (2003). Zahalna ekolohiia – General ecology. Sumy: VTD «Universytetska knyha», 416 s. [in Ukrainian].
 8. Fomenko, O.O., Maslova, V.S., Fesenko, A.M., & Ridnyi, R.V. (2017). Kompleksna pererobka tverdykh pobutovykh vidkhodiv – ratsionalnyi shliakh dlia vyrishennia ekolohichnykh problem [Comprehensive processing of solid household waste is a rational way to solve environmental problems]. *Inzheneriia pryrodokorystuvannia – Nature management engineering*, 1(7), 126–130 [in Ukrainian].
 9. Boichuk, Yu.D., Soloshenko, E.M., & Buhai, O.L. (2003). Ekolohiia i okhorona navkolyshnoho seredovyschcha [Ecology and environmental protection]. Sumy: VTD «Universytetska knyha», 284 s. [in Ukrainian].
 10. Biliavskiy, H.O., Butchenko, L.I., & Navrotskyi, V.M. (2002). *Osnovy ekolohii – Principles of Ecology*. Kyiv: Libra, 352 s. [in Ukrainian].
 11. Musiienko, M.M., Serebriakov, V.V., & Braion, O.V. (2002). *Ekolohiia, okhorona pryrody* [Ecology, nature protection]. Kyiv: «Znannia». 550 s. [in Ukrainian].
 12. Palamarenko, Ya.V. (2019). Pererobka vidkhodiv silskohospodarskykh vyrobnytstv yak innovatsiinyi oriientyr rozvytku APK: ekolohichni, sotsialnyi ta ekonomichniy vector [Processing of agricultural waste as an innovative reference point for the development of the agricultural industry: an ecological, social and economic vector.]. *Nauk.-prakt. konf. "Silski terytorii Ukrainy: stan i perspektyvy rozvytku" – "Rural territories of Ukraine: state and development prospects"*, 16-17 trav. 2019. Lviv, 3 [in Ukrainian].
 13. Honcharuk, I.V. (2019). Efektyvnist vyrobnytstva biohazu z vtorynnykh resursiv [Efficiency of biogas production from secondary resources]. *Nauk.-prakt. konf. "Silski terytorii Ukrainy: stan i perspektyvy rozvytku" – "Rural territories of Ukraine: state and development prospects"*, 16-17 trav. Lviv, 3 [in Ukrainian].
 14. Tokarchuk, D.M. (2019). Handling of agricultural waste in Ukraine: modern state and prospects. *Nauk.-prakt. konf. "Silski terytorii Ukrainy: stan i perspektyvy rozvytku" – "Rural territories of Ukraine: state and development prospects"*, 16-17 trav. Lviv, 3.
 15. Pryshliak, N.V. (2019). Institutional basics of waste management for agricultural enterprises. *Nauk.-prakt. konf. "Silski terytorii Ukrainy: stan i perspektyvy rozvytku" – "Rural territories of Ukraine: state and development prospects"*, 16-17 trav. Lviv, 3.
 16. Honcharuk, I.V., & Vovk, V.Iu. (2020). Poniatiinyi aparat katehorii silskohospodarski vidkhody, yikh klasyfikatsiia ta perspektyvy podalshoho vykorystannia dlia vyrobnytstva bioenerhii [Conceptual apparatus of the category of agricultural waste, its classification and prospects for further use for bioenergy production]. *Ekonomika, finansy, menedzhment: aktualni pytannia nauky i praktyky – Economics, finance, management: topical issues of science and practice*, 3 (53), 23–38.
 17. Tokarchuk, D.M. (2018). Upravlinnia efektyvnym vykorystanniam silskohospodarskykh vidkhodiv dlia vyrobnytstva biohazu [Management of efficient use of agricultural waste for biogas production]. *Oblik i finansy – Accounting and finance*, 3(81), 133–139 [in Ukrainian].
 18. Honcharuk, I. (2020). Use of Wastes of the Livestock Industry as a Possibility for Increasing the Efficiency of AIC and Eeplenishing the energy Balance. *Visegrad Journal on Bioeconomy and Sustainable Development*, 9. 1. 9–14.

19. Tkachuk, O.P., & Husak, S.V. (2014). Osoblyvosti nakopychennia vidkhodiv ta shliakhy yikh pererobky u Vinnytskii oblasti [Peculiarities of waste accumulation and ways of their processing in the Vinnytsia region]. *Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnoho ahrarno-ekonomichnoho universytetu – Bulletin of the Dnipropetrovsk State Agrarian and Economic University*, 1, 106–109 [in Ukrainian].
20. Honcharuk, I., Tokarchuk, D., Gontaruk, Y., & Hreshchuk, H. (2023). Bioenergy recycling of household solid waste as a direction for ensuring sustainable development of rural areas. *Polityka Energetyczna – Energy Policy Journal*, 26, 1, 23–42. DOI: 10.33223/ej/161467

Aliksieiev O.O., Vradii O.I., Kravtsov D.S. Environmental assessment of the activities of secondary waste processing enterprises

The purpose of the article is to study the impact of a secondary waste processing enterprise on the environment. **Methods.** The methodological basis of this research is: empirical (field experiments and observations; measurement of indicators of the research object; theoretical (putting forward a hypothesis and forming conclusions based on research results; statistical; mathematical. **Results.** The concentration of heavy metals Pb and Cd below the maximum limit of 7.89 and 7.77 times, respectively. The content of Zn and Cu did not exceed the standards and were 11.9 and 56.7 times lower than the MPC. The results of the research showed that the content of Pb within the limits of the enterprise itself was within the intermediate range sites – the concentration of Pb in the soil increased to 0.94 mg/kg, the content of Pb in the soil decreased to 0.76 mg/kg. The concentration of Cd within the enterprise itself was 0.03 mg/kg the Cd concentration in the soil increased to 0.31 mg/kg, the Cd content in the soil decreased to 0.09 mg/kg. The results of the studies showed that the Zn content within the enterprise itself was 1.01 mg/kg. Within the intermediate area, the concentration of Zn in the soil increased and amounted to 2.08 mg/kg, within the waste reception point, the content of Zn in the soil decreased by 92.7% and amounted to 1.93 mg/kg. The Cu content within the enterprise was 0.21 mg/kg. Within the intermediate area, the Cu concentration in the soil increased to 1.4 mg/kg, within the waste reception point, the Cu content in the soil decreased by 69.2% and amounted to 0.97 mg/kg. **Conclusions.** Studies have established the absence of toxic soil contamination. The concentration of heavy metals Pb, Cd, Zn, and Cu was below the MPC, which indicates that the enterprise "Podilska Sich" LLC for the processing of secondary waste does not harm the environment. The highest content of heavy metals was determined in the intermediate section between the enterprise and the point of reception of secondary raw materials, but at the same time the indicators did not exceed the MPC. The objective reason for the increase in the concentration of heavy metals in this area is the proximity of the highway, which is a direct source of heavy metal contamination of the soil. The indicator of

the hazard ratio in the studied territories did not exceed 1, therefore, this ecotoxicological assessment of the soils of «Podilska Sich» LLP confirms the safety of the work of enterprises processing secondary waste.

Key words: experimental site, heavy metals, environmental condition, maximum permissible concentration, hazard ratio.

Алексєєв О.О., Врадїй О.І., Кравцов Д.С. Екологічна оцінка діяльності підприємств з переробки вторинних відходів на довкілля

Мета статті – дослідження впливу підприємства з переробки вторинних відходів на довкілля. **Методи.** Методологічною основою даного дослідження є: емпіричні (польові експерименти та спостереження; вимірювання показників об'єкту дослідження; теоретичні (висунення гіпотези та формування висновків за результатами досліджень; статистичний; математичний. **Результати.** Концентрація важких металів Pb та Cd нижче ГДК у 7,89 та 7,77 раз відповідно. Вміст Zn та Cu також не перевищував нормативів та були у 11,9 та 56,7 раз нижче ГДК. Результати досліджень показали, що вміст Pb в межах самого підприємства становив 0,31 мг/кг. В межах проміжної ділянки – концентрація Pb у ґрунті зросла і склала 0,94 мг/кг, у межах пункту прийому відходів вміст Pb у ґрунті знизився склав 0,76 мг/кг. Дослідження концентрації Cd в межах самого підприємства становив 0,03 мг/кг. В межах проміжної ділянки – концентрація Cd у ґрунті зросла і склала 0,31 мг/кг. У межах пункту прийому відходів, вміст Cd у ґрунті знизився і склав 0,09 мг/кг. Результати досліджень показали, що вміст Zn в межах самого підприємства становив 1,01 мг/кг. В межах проміжної ділянки концентрація Zn у ґрунті зросла і склала 2,08 мг/кг, у межах пункту прийому відходів, вміст Zn у ґрунті знизився на 92,7 % і склав 1,93 мг/кг. Вміст Cu в межах самого підприємства становив 0,21 мг/кг. В межах проміжної ділянки концентрація Cu у ґрунті зросла і склала 1,4 мг/кг, у межах пункту прийому відходів, вміст Cu у ґрунті знизився на 69,2 % і склав 0,97 мг/кг. **Висновки.** Дослідженнями встановлено відсутність токсичного забруднення ґрунтів. Концентрація важких металів Pb, Cd, Zn та Cu була нижче ГДК, що говорить про те, що підприємство ТОВ «Подільська Січ» із переробки вторинних відходів не несе шкоди навколишньому середовищу. Найвищий вміст важких металів було визначено на проміжній ділянці між підприємством та пунктом прийому вторинної сировини, але при цьому показники не перевищували ГДК. Об'єктивною причиною збільшення концентрації важких металів саме на цій ділянці є наближення розташування до неї автодороги, що є прямим джерелом забруднення ґрунтів важкими металами. Показник коефіцієнту небезпеки на досліджуваних територіях не перевищував 1, отже дана екотоксикологічна оцінка ґрунтів «ТОВ Подільська Січ» підтверджує безпечність роботи підприємств з переробки вторинних відходів.

Ключові слова: дослідна ділянка, важкі метали, екологічний стан, гранично-допустима концентрація, коефіцієнт небезпеки.