



**СУЧАСНИЙ СТАН
ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ
В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ
РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ**

**Збірник тез
Міжнародної науково-практичної
конференції**

**THE CURRENT STATE
OF THE SOIL COVER OF UKRAINE
UNDER CONDITIONS
OF THE ARMED AGGRESSION
OF THE RUSSIAN FEDERATION**

**Collection of Abstracts
of the International Scientific&Practical
Conference**

**ХАРКІВ
2022**

Міністерство аграрної політики та продовольства України
Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України
Національна академія аграрних наук України
Програма USAID з аграрного і сільського розвитку (АГРО)
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна
Державний біотехнологічний університет
Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та
агрохімії імені О.Н. Соколовського»

СУЧАСНИЙ СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

Збірник тез
Міжнародної науково-практичної конференції

20 жовтня 2022 р.
м. Харків, Україна

Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine
Ministry of Environmental Protection and Natural Resources of Ukraine
National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
USAID's Agriculture Growing Rural Opportunities (AGRO)
V.N. Karazin Kharkiv National University
State Biotechnological University
National Scientific Center "Institute for Soil Science and Agrochemistry
Research named after O.N. Sokolovsky"

THE CURRENT STATE OF THE SOIL COVER OF UKRAINE UNDER CONDITIONS OF THE ARMED AGGRESSION OF THE RUSSIAN FEDERATION

Collection of Abstracts
of the International Scientific&Practical Conference

October 20, 2022
Kharkiv, Ukraine

Харків

2022

УДК 631.4(477)(043.2)

С 89

*Рекомендовано Вченою радою Національного наукового центру
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
(протокол № 18 від 14 листопада 2022 року)*

Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації: збірник тез Міжнародної науково-практичної конференції (Харків, 20 жовтня 2022 р.). [Електронне видання]. Харків: ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського», 2022. 174 с. URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

У збірнику представлено тези учасників Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації», яка відбулася 20 жовтня 2022 року у Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» в онлайн форматі. Наведено результати теоретичних і експериментальних досліджень, розглянуто проблеми стану ґрунтового покриву у країні, який зазнав руйнації, фізичної, механічної та біологічної деградації, забруднення і засмічення внаслідок збройної агресії російської федерації; окреслено основні напрями відновлення ґрунтового покриву та родючості ґрунтів на законодавчому, нормативно-правовому, нормативно-методичному рівні та запропоновано шляхи усунення наслідків бойових дій на землях сільськогосподарського призначення; представлено підходи до визначення обсягів шкоди та збитків, заподіяних земельному фонду та ґрунтовим ресурсам України.

Збірник призначено науковим працівникам, викладачам закладів вищої освіти аграрного профілю, аспірантам, студентам та всім небайдужим до стану ґрунтів.

Матеріали подано в авторській редакції. Відповідальність за зміст публікацій покладається на авторів.

© Автори, 2022
© Національний науковий центр
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського», 2022

*Recommended by the Scientific Council of the National Scientific Center
"Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky"
(protocol No. 18 of November, 14, 2022)*

The current state of the soil cover of Ukraine under conditions of the armed aggression of the russian federation: collection of abstracts of the International Scientific&Practical Conference (Kharkiv, October 20, 2022). Kharkiv: NSC ISSAR, 2022. 174 p.
URL: <http://www.issar.com.ua/uk/vydannya>

The collection presents abstracts of the participants of the International Scientific and Practical Conference "The current state of the soil cover of Ukraine under conditions of armed aggression of the russian federation", which took place online on October 20, 2022 at the National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky». The results of theoretical and experimental studies are presented, the problems of the state of soil cover in the country that has undergone destruction, physical, mechanical and biological degradation, pollution and littering as a result of the armed aggression of the russian federation are considered; the main directions for restoring soil cover and soil fertility at the legislative, regulatory and methodological level are outlined, and ways to eliminate the consequences of military operations on agricultural land are proposed; approaches to determining the amount of damage caused to the land fund and soil resources of Ukraine are presented.

The collection is intended for researchers, teachers of higher educational institutions of agricultural profile, postgraduates, students and all those who are not indifferent to the state of soils.

The materials are submitted in the author's edition. The authors are responsible for the content of the abstracts.

© Authors, 2022
© National Scientific Center
«Institute for Soil Science and Agrochemistry
Research named after O.N. Sokolovsky», 2022

ЗМІСТ / CONTENT

ВСТУП	10
Ачасов А. Б., Селіверстов О. Ю., Ачасова А. О. ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ БОЙОВИХ ДІЙ: ҐРУНТОВИЙ АСПЕКТ <i>Achasov A. B., Seliverstov O. Yu., Achasova A. O. ECOLOGICAL EFFECTS OF MILITARY ACTIONS: SOIL ASPECT</i>	12
Балюк С. А., Захарова М. А., Воротинцева Л. І., Носоненко О. А., Афанасьєв Ю. О., Панарін Р. В. ЗРОШУВАНІ ҐРУНТИ УКРАЇНИ: КЛЮЧОВІ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВОЄННИХ ДІЙ <i>Balyuk S. A., Zakharova M. A., Vorotyntseva L. I., Nosonenko O. A., Afanasyev Yu. O., Panarin R. V. IRRIGATED LANDS OF UKRAINE: KEY ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS</i>	15
Вундич Т. Ю. USES OF SATELLITE DATA TO ASSESSING THE EFFECTS OF MILITARY OPERATIONS ON THE SOIL RESOURCES IN UKRAINE <i>Бундич Т. Ю. ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТОВІ РЕСУРСИ В УКРАЇНІ</i>	18
Божко Л. Ю., Барсукова О. А., Гончар К. В. ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ВИРОЩУВАННЯ СОЛОДКОГО ПЕРЦЮ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ <i>Bozhko L. Yu., Barsukova O. A., Honchar K. V. THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON SWEET PEPPER GROWING IN THE KHERSON REGION</i>	21
Борко Ю. П., Дацько А. О., Іщенко В. А. ОЦІНКА СТАНУ МІКРОБНОГО ЦЕНОЗУ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО ЗА ВНЕСЕННЯ РІЗНИХ КОМПОЗИЦІЙ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ <i>Borko Yu. P., Datsko A. O., Ishchenko V. A. ASSESSMENT OF THE MICROBIAL CENOSE STATE IN CHERNOZEM AT THE USE OF DIFFERENT MICROBIAL PREPARATIONS COMPOSITIONS</i>	23
Бортнік Т., Бортнік А., Галас В. ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ҐРУНТОВИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ <i>Bortnik T., Bortnik A., Galas V. ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF SOIL SUBSTRATES FOR GROWING BLUE HONEYSUCKLE</i>	26
Буяновський А. О., Тортик М. Й. ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ОСТРОВА ЗМІЇНИЙ <i>Buianovskiy A. O., Tortyk M. Y. ASSESSMENT OF CONDITIONS SOIL COVER OF ZMIINY ISLAND</i>	28

Винокурова Н. В.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛАЗЕРНОЇ ДИФРАКЦІЇ ДЛЯ
МОНІТОРИНГУ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ,
ЩО ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ

*Vynokurova N. V. APPLICATION OF THE LASER DIFFRACTION METHOD IN
MONITORING THE GRANULOMETRICAL COMPOSITION IN THE SOIL
COVER THAT WAS INFLUENCED BY COMBAT ACTIONS.....*

32

Водяк Я. М.

ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ ЧОРНОЗЕМІВ, ПОШКОДЖЕНИХ
ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ, ШЛЯХОМ ВИРОЩУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

*Vodyak Ya. M. PROSPECTS FOR THE RESTORATION OF CHERNOZEM
DAMAGED AS A CONSEQUENCE OF ARMED AGGRESSION THROUGH
CULTIVATION OF ENERGY CROPS*

34

Вожегова Р. А., Боровик В. О., Степанов Ю. О.

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВА НА НАКОПИЧЕННЯ БУЛЬБОЧОК
РОСЛИНАМИ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

*Vozhehova R. A., Borovik V. O., Stepanov Yu. O. THE INFLUENCE OF
MICROFERTILIZER ON THE ACCUMULATION OF BULLES BY SOYBEAN
PLANTS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS*

36

Гаврилюк В. А., Долюк А. В.

ВПЛИВ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ НА СТАН
ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ

*Gavryliuk V., Doliuk A. THE INFLUENCE OF THE ARMED AGGRESSION
OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE STATE OF THE SOIL COVER
OF UKRAINE AND WAYS TO IMPROVE IT*

39

Гаськевич О. В.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТРУКТУРУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ
СТРУКТУРА

*Haskevych O. THE IMPACT OF MILITARY ACTIONS ON THE SOIL COVER
STRUCTURE*

42

Гелевера О. Ф.

РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ РАДІОАКТИВНИМИ
РЕЧОВИНАМИ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ

*Helevera Olha. RISKS OF SOIL CONTAMINATION BY RADIOACTIVE
SUBSTANCES AS A RESULT OF ARMED AGGRESSION OF THE RF*

44

Gourkhede P. H., Pendke M. S., Narkhede W. N.

EVALUATION OF MICROBIAL CONSORTIA FOR DROUGHT
TOLERANCE UNDER RAINFED SORGHUM

*Гокхеде П. Х., Пендке М. С., Наркхеде В. Н. ОЦІНКА ПОСУХОСТІЙКОСТІ
МІКРОБНИХ КОНСОРЦІУМІВ ПІД БОГАРНИМ СОРГО*

47

Дегодюк Е. Г., Дегодюк С. Е., Борко Ю. П., Літвінова О. А.

МІЛІТАРНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ТА ШЛЯХИ
РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРУШЕНИХ І ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ
ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

*Dehodyuk E. H., Dehodyuk S. E., Borko Yu. P., Litvinova O. A. MILITARY
DEGRADATION OF SOIL COVER AND WAYS OF REHABILITATION
OF DISTURBED AND CONTAMINATED LANDS BECAUSE OF MILITARY
ACTIONS IN UKRAINE*

49

Дмитрук Ю. М., Черлінка В. Р.

МОДЕЛЮВАННЯ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ОЦІНЮВАННІ ҐРУНТІВ
В АРЕАЛАХ ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

*Dmytruk Yu. M., Cherlinka V. R. MODELING IN THE IDENTIFICATION AND
EVALUATION OF SOILS IN THE AREAS OF THE OCCUPIED TERRITORIES
OF UKRAINE*

52

Domuschy S. V., Trigub V. I.

THE INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON THE
ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE SOILS OF UKRAINE

*Домусчи С. В., Тригуб В. І. ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ
СТАН ҐРУНТІВ УКРАЇНИ*

54

Єтеревська Л. В., Момот Г. Ф., Шимель В. В.

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ЗА ВІЙСЬКОВОЇ
АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ: ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ,
НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

*Yeterevska L. V., Momot G. F., Shimel V. V. RECONSTRUCTION OF LANDS
DISRUPTED DURING THE MILITARY AGGRESSION OF THE RUSSIAN
FEDERATION: TECHNOLOGICAL ASPECTS, REGULATORY SECURITY*

57

Жученко С. І., Сироватко В. О., Грищенко О. М.,

Романова С. А., Міцай С. Г.

ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВМІСТ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ
У ҐРУНТАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Zhuchenko S., Syrovatko V., Hryshchenko O., Romanova S., Mitsai S.

THE INFLUENCE OF COMBAT ACTIONS ON THE CONTENT OF OIL AND
PETROLEUM PRODUCTS IN THE SOILS OF THE SUMY REGION

60

Залавський Ю. В.

КАРТОГРАФУВАННЯ ТА ГІС-АНАЛІЗ ҐРУНТОВИХ РЕСУРСІВ
ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В ЗОНІ ВОЄННИХ ДІЙ

*Zalavskiy Yu. SOIL MAPPING AND GIS-ANALYSIS OF THE KHARKIV
REGION IN THE MILITARY ACTIONS ZONE*

63

Карпенко Р. В.

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ
ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

*Karpenko R. V. THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS
OF THE STUDY OF THE SPATIAL STRUCTURE OF THE SOIL COVER*

66

Квашук О. В.

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ РОСІЙСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ
НА ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ

*Kvashuk O. V. STUDY OF THE IMPACT OF RUSSIAN MILITARY AGGRESSION
ON THE ENVIRONMENT OF UKRAINE*.....

69

Кирильчук А., Паньків З.

ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ У ЛЬВІВСЬКІЙ
ОБЛАСТІ В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

*Kyrylchuk Andriy, Pankiv Zinovi. ECOLOGICAL AND AGROCHEMICAL
CONDITION OF THE SOILS OF THE LVIV REGION UNDER THE*

ARMED AGGRESSION

72

Козак М. В., Колганова І. Г. ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ ЯК НАЙВАЖЛИВІШИЙ ЧИННИК ЙОГО ЯКОСТІ <i>Kozak M. V., Kolganova I. G. SOIL HEALTH AS THE MOST IMPORTANT FACTOR OF ITS QUALITY</i>	75
Коломієць Л. П., Шевченко І. П., Повидало В. М., Штакал В. М., Шквир М. І. АГРОЕКОЛОГІЧНА ШКОДА ҐРУНТОВОМУ ПОКРИВУ БЕЛІГЕРАТИВНИХ АГРОЛАНДШАФТІВ <i>Kolomiets L. P., Shevchenko I. P., Povydalo V. N., Shtakal V. N., Shkvyr N. I. AGRO-ENVIRONMENTAL DAMAGE TO THE SOIL COVER OF BELIGERATIVE AGROLANDSCAPES</i>	77
Коляда В. П., Круглов О. В., Назарок П. Г., Ачасова А. О., Шевченко М. В. МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ЗА ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВКЛЮЧЕНЬ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ <i>Koliada V., Kruglov O., Nazarok P., Achasova A., Shevchenko M. MAGNETIC PROPERTIES OF SOILS WHEN LOCATING UNEXPLODED ORDNANCE INCLUSIONS</i>	80
Корсун С. Г., Хоменко Т. О., Літвінова О. А. МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ РЕСУРС ОПТИМІЗУВАННЯ СТАНУ ҐРУНТУ В АГРОЦЕНОЗАХ <i>Korsun S., Khomenko T., Litvinova O. MICROBIOLOGICAL RESOURCE OF SOIL OPTIMIZATION IN AGROCENOSES</i>	82
Косенко Н. П., Бондаренко К. О. ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОГО БІОДОБРИВА НА ПОСІВАХ ТОМАТА В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ <i>Kosenko N., Bondarenko K. THE APPLICATION OF MODERN BIOFERTILIZER ON TOMATO CROPS UNDER DRIP IRRIGATION IN THE SOUTH OF UKRAINE</i>	85
Kulynych P. F. CURRENT LEGAL ISSUES OF RESTORATION OF THE SOIL COVER OF LANDS DISRUPTED AS A RESULT OF WAR ACTIONS <i>Кулінич П. Ф. АКТУАЛЬНІ ПРАВОВІ ПИТАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ</i>	88
Кучер А. В. ОЦІНЮВАННЯ ШКОДИ ТА ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ЗБРОЙНОЮ АГРЕСІЄЮ ЗЕМЕЛЬНОМУ ФОНДУ ТА ҐРУНТОВИМ РЕСУРСАМ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ <i>Kucher A. V. ASSESSMENT OF DAMAGES AND LOSSES CAUSED BY THE ARMED AGGRESSION TO THE LAND FUND AND SOIL RESOURCES: REALITIES AND PROSPECTS</i>	91

Лебедь В. В.

МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗКОШТОВНИХ ДЖЕРЕЛ
СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ (КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ) ДЛЯ
ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ,
ПОСТРАЖДАЛИХ ВІД ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ

*Lebed V. V. POSSIBILITIES OF USING FREE SATELLITE DATA SOURCES
(SPACE IMAGES) FOR REMOTE RESEARCH OF THE CONDITION AFFECTED
SOILS BY MILITARY ACTIONS* 94

Лісовий М. В., Ніконенко В. М., Сліденко О. І.

ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ПІСЛЯ ВОЄННОЇ
ІНТЕРВЕНЦІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

*Lisovyi M. V., Nikonenko V. M., Slidenko O. I. RESTORATION OF THE FERTILITY
OF THE CHERNOZEM AFTER THE MILITARY INTERVENTION OF THE
RUSSIAN FEDERATION* 97

Ліщук А. М., Парфенюк А. І.

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ В АГРАРНОМУ
ВИРОБНИЦТВІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА
ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ

*Lishchuk Alla, Parfenyuk Alla. MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS
IN AGRICULTURAL IN THE CONDITIONS OF MARITAL STATE AND POST-
WAR RECONSTRUCTION OF THE COUNTRY* 99

Лопушніак В. І., Нрытсуліак Г. М., Якубовський Т.

PHYTOREMEDIATION OF TECHNOLOGICALLY AFFECTED
AREAS USING SEWAGE SLUDGE

*Лопушніак Василь, Грицуляк Галина, Якубовський Томаш. ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ
ТЕХНОГЕННО УРАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ ОСАДУ
СТІЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА* 102

Мелимука Р. Я.

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА АГРОСФЕРУ ЗОНИ ПОЛІССЯ

*Melymuka R. Ya. THE IMPACT OF MILITARY OPERATIONS ON
THE AGRARIAN SPHERE OF THE POLISSYA ZONE* 104

Miroshnychenko M., Panasenko E., Hladkikh E, Volosheniuk A.,

Zvonar A., Kraynyukov O., Miroshnychenko I., Kryvytska I.

RESTORATION OF SOILS CONTAMINATED WITH OIL PRODUCTS
DUE TO MILITARY DAMAGE TO REFINERIES, PIPELINES AND
TANKS

*Мірошніченко М. М., Панасенко Є. В., Гладкіх Є. Ю., Волошенюк А. П.,
Звонар А. М., Крайнюков О. М., Мірошніченко І. М., Кривицька І. А.*

ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ
ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОГО ПОШКОДЖЕННЯ НАФТОПЕРЕРОБНИХ
ЗАВОДІВ, ТРУБОПРОВОДІВ І РЕЗЕРВУАРІВ 107

Пліско І. В.

ПЕРЕУЩІЛЬНЕННЯ ЯК ПРОЯВ ФІЗИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ
В РЕЗУЛЬТАТІ ВЕДЕННЯ ВОЄННИХ ДІЙ

*Plisko I. V. COMPACTION AS A MANIFESTATION OF PHYSICAL
DEGRADATION OF SOILS AS A RESULT OF THE CONDUCT OF MILITARY
ACTIONS* 110

Пліско І. В., Романчук К. Ю., Криlach С. І., Накісько С. Г. МЕХАНІЧНА ТА ФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ОРНИХ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ <i>Plisko I. V., Romanchuk K. Yu., Krylach S. I., Nakisko S. H.</i> MECHANICAL AND PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE SOILS IN UKRAINE AS A CONSEQUENCE OF MILITARY AGGRESSION	113
Ревтьє-Уварова А. В., Ніконенко В. М., Сліденко О. І. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ УКРАЇНИ <i>Revtye-Uvarova A., Nikonenko V., Slidenko O.</i> INFLUENCE OF THE WAR ON THE FUNCTIONING OF LONG-TERM FIELD EXPERIMENTS IN UKRAINE	116
Роїк М. В., Ганженко О. М., Гончарук Г. С. ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ШЛЯХОМ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР <i>Royik M. V., Hanzhenko O. M., Goncharuk G. S.</i> RESTORATION OF SOIL FERTILITY THROUGH CULTIVATION OF PERENNIAL CEREAL BIOENERGY CROPS	120
Самохвалова В. Л. МОНІТОРИНГ ХІМІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ <i>Samokhvalova V. L.</i> MONITORING OF CHEMICALLY CONTAMINATED SOILS AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS IN UKRAINE	122
Самохвалова В. Л. ХІМІЧНО ЗАБРУДНЕНІ ҐРУНТИ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ: ДЕГРАДАЦІЯ ТА ЗАХОДИ З ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ <i>Samokhvalova V. L.</i> CHEMICALLY CONTAMINATED SOILS AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS: DEGRADATION AND MEASURES FOR THE ENVIRONMENTAL REHABILITATION OF ECOSYSTEM SERVICES	127
Сироватко В. О., Жученко С. І., Романова С. А., Грищенко О. М. ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВМІСТ ВАЛОВИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ СУМСЬКОГО ТА ОХТИРСЬКОГО РАЙОНІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ <i>Syrovatko V., Zhuchenko S., Romanova S., Hryshchenko O.</i> INFLUENCE OF COMBAT ACTIONS ON THE CONTENT OF GROSS FORMS OF HEAVY METALS IN THE SOILS OF THE SUMY AND OKHTYRKA DISTRICTS OF THE SUMY REGION	131
Скрильник Є. В., Кутова А. М., Гетманенко В. А., Москаленко В. П. ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ОРГАНІЧНУ РЕЧОВИНУ В ҐРУНТАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ <i>Skrylnyk Ie. V., Kutova A. M., Hetmanenko V. A., Moskalenko V. P.</i> INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON SOIL ORGANIC MATTER IN KHARKIV OBLAST	135
Слепньова К. В. ЗАКОНОДАВЧА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ <i>Slepnova Kateryna.</i> LEGISLATIVE REGULATIONS OF THE STATE LAND CADASTRE	138

Smirnova K., Mikhalska L.

**TOXIC CONSEQUENCES OF THE WAR IN UKRAINIAN SOILS:
PROBLEMS AND WAYS TO SOLVE THEM**

Смірнова К. Б., Михальська Л. Л. ТОКСИЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ У ҐРУНТАХ
УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ 141

Старченко О.І., Пузняк О.М.

**ВПЛИВ ТРИВАЛИХ БОЙОВИХ ДІЙ НА СТАН ҐРУНТОВОЇ БІОТИ,
ЩО ПРИЗВОДИТЬ ДО ЗНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕКОСИСТЕМНИХ
ПОСЛУГ**

Starchenko O., Puzniak O. EFFECTS OF CONTINUOUS MILITARY ACTIONS
ON SOIL BIOTA CONDITIONS THAT CAUSES DECLINE IN QUALITY
OF ECOSYSTEM SERVICES 145

Трускавецький Р. С., Зубковська В. В., Хижняк І. М.

**ІННОВАЦІЙНИЙ АЛГОРИТМ ДІАГНОСТИКИ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ
КИСЛОТНОГО СЕРЕДОВИЩА ҐРУНТІВ**

Truskavetsky R. S., Zubkovska V. V., Khyzhniak I. M. THE INNOVATIVE
ALGORITHM OF DIAGNOSTICS AND OPTIMIZATION OF SOIL ACID
ENVIRONMENT 150

Трускавецький Р. С., Хижняк І. М., Зубковська В. В.

**ПРОБЛЕМИ ПРОГЕННОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ТА СТАЛОГО
ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОРФО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ПОЛІССЯ
УКРАЇНИ**

Truskavetsky R. S., Khyzhniak I. M., Zubkovska V. V. PROBLEMS OF PYROGENIC
DEGRADATION AND SUSTAINABLE FUNCTIONING OF THE PEAT LANDS
OF THE POLESSYE ZONE OF UKRAINE 153

Уманець В. В.

**ЕКОНОМІЧНІ ЗБИТКИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ
УКРАЇНИ ВІД ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ**

Umanets Vitalii. ECONOMIC LOSSES FROM MILITARIZATION FOR
THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE 158

Хоменко Т. О., Тонха О. Л., Пузняк М. О.

**ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ
ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО
ПОЛІССЯ**

Khomenko T. O., Tonkha O. L., Puznyak O. M. THE USAGE OF
BIO-PREPARATIONS FOR FERTILITY INCREASING OF SODDY-PODZOLIC
SOIL IN THE CONDITINS OF WESTERN FOREST-STEPPE 161

Цапко Ю. Л.

**ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРОЦЕС ҐРУНТОУТВОРЕННЯ
І ДЕЯКІ СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ**

Tsapko Yu. INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON THE PROCESS
OF SOIL FORMATION AND SOME WAYS OF RESTORATION OF SOIL
FERTILITY 164

Цапко Ю. Л., Паламарь Н. Ю., Калініченко В. М.

**ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ ТА ПОВТОРНЕ ЗВОЛОЖЕННЯ НА
ПОШКОДЖЕНИХ ВІЙНОЮ ОСУШЕНИХ ЗАПЛАВНИХ ҐРУНТАХ**

Tsapko Yu., Palamar N., Kalinichenko V. PHYTOMELIORATION AND
RE-MOISTURIZATION ON WAR-DAMAGED DRAINED FLOODLANDS 172

ВСТУП

Україна має унікальний ґрунтовий покрив – більше 60 % її території зайнято чорноземними ґрунтами, які за характеристиками кореневмісного шару й потенціалом родючості не мають собі рівних. Завдяки великому ресурсному потенціалу природної родючості ґрунтів, Україна обіймає провідні позиції у світовому експорті зернових, соняшнику й інших культур.

Нині у світі прийшло розуміння ролі та значущості ґрунтового покриву та якості ґрунтів, приймаються Хартії, Конвенції, Програми, Стратегії, Плани дій, зростає обізнаність про ключову роль ґрунтових ресурсів у забезпеченні продовольчої, екологічної та соціальної безпеки держави.

Розуміння цього положення особливо необхідне в сучасних умовах збройної агресії та воєнних дій російської федерації проти України.

З 24 лютого 2022 року в результаті збройної агресії російської федерації ґрунтові ресурси України зазнають масштабної руйнації, погіршення якості, посилення процесів деградації – механічної, хімічної (забруднення), фізичної (переуцільнення, знеструктурення), фізико-хімічної, біологічної, засмічення тощо.

Матеріали конференції включають тези щодо впливу воєнних дій на земельні і ґрунтові ресурси, стан навколишнього природного середовища, оцінювання шкоди та збитків, завданих збройною агресією земельному фонду та ґрунтовим ресурсам, напрямів ліквідації наслідків збройної агресії та бойових дій – рекультивація, меліорація, ремедіація, відновлення деградованих ґрунтів, міжнародного досвіду оцінювання впливу збройних конфліктів на ґрунти, питання підготовки кадрів. Для окремих положень це зроблено вперше, що, безумовно, об'єктивізує аналіз сучасного стану земель (ґрунтів). Особливо робиться наголос на заходи, спрямовані на усунення чи призупинення кризових деградаційних явищ і які за своєю суттю мають бути оперативними і невідкладними.

Під час підготовки матеріалів конференції у авторів виникали певні труднощі: обмежений і небезпечний доступ до об'єктів дослідження, відсутність обґрунтованих критеріїв і показників оцінки впливу збройної агресії на ґрунтовий покрив, недостатній рівень приладного й аналітичного забезпечення і, в цілому, досить обмежена інформація про вплив воєнних дій на ґрунтовий покрив.

Все це, безумовно, ускладнює повноцінне і всебічне оцінювання стану ґрунтових ресурсів. Проте зібрані матеріали, зокрема картографічні, мають водночас і велику цінність. Це лише перший крок і в подальшому системи оцінювання і управління ґрунтовими ресурсами стануть більш обґрунтованими і досконаліми.

Ми сподіваємося, що матеріали Міжнародної науково-практичної конференції «Сучасний стан ґрунтового покриву України в умовах збройної агресії російської федерації» стануть у нагоді органам влади та аграріям для напрацювання стратегічних і правових документів, програм і рекомендацій у сфері захисту ґрунтових ресурсів і докільля в цілому як на етапі збройної агресії, так і на етапі послідовного відновлення України.

Святослав Балюк
академік НААН

УДК 631.42.3

ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ БОЙОВИХ ДІЙ: ҐРУНТОВИЙ АСПЕКТ

А. Б. Ачасов¹, О. Ю. Селіверстов¹, А. О. Ачасова²

¹Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Україна

²Науково-дослідний інститут меліорації та охорони ґрунтів,

Прага, Чеська республіка

achasov@karazin.ua

ECOLOGICAL EFFECTS OF MILITARY ACTIONS: SOIL ASPECT

A. B. Achasov, O. Yu. Seliverstov, A. O. Achasova

The ecological effects of military actions are discussed. The issue of assessing the loss of Ukraine's soil resources as a result of the armed aggression of the Russian Federation acquires not only national but also global importance. The classification of types of soil and land degradation as result of military actions are presented.

Переоцінити роль ґрунту у нашому житті неможливо. Адже він є як незамінною базою сільського господарства, так і основою переважної більшості наземних екосистем.

Відповідно саме стан та якість ґрунтів багато в чому визначатиме здатність людства розв'язувати такі проблеми як забезпечення народонаселення планети продовольством, збільшення біорізноманіття й навіть пом'якшення наслідків зміни клімату.

В цьому аспекті питання оцінки втрат ґрунтових ресурсів України внаслідок збройної агресії російської федерації набуває не лише національного але й світового значення. Для підтвердження цього достатньо згадати, що Україна впевнено входить до десятки світових лідерів з виробництва зерна.

Під терміном втрати ґрунтових ресурсів у даному випадку ми розуміємо:

1. Заміновані території.
2. Ґрунти, що зазнали фізичного порушення в результаті різноманітних вибухів.
3. Ґрунти, що зазнали фізичного порушення під час фортифікаційних робіт.
4. Ґрунти, що зазнали хімічного забруднення внаслідок бойових дій.
5. Території, які засмічені залишками військової техніки й т.ін.

Кожен з цих пунктів характеризує повну або часткову неможливість виконання ґрунтами своїх господарських або екосистемних функцій на певний час. Розглянемо детальніше кожний пункт.

Точні дані стосовно площ замінованих територій в силу зрозумілих причин отримати зараз неможливо. Зауважимо лише, що процес розмінування є дуже складним, дорогим і тривалим. Наприклад, у 2002 році Міністерство оборони В'єтнаму оцінило площу території, що уражена вибуховими боєприпасами та мінами, приблизно у 7-8 % території країни. Незважаючи на масштабні операції з розмінування в 1990-х роках, вважається, що залишилося біля трьох мільйонів протипіхотних мін. Щодо України, виконавчий директор Асоціації саперів України Тимур Пістрюга вважає, що після закінчення війни основну частину територій можна буде очистити за кілька років, але повне розмінування триватиме десятиліттями. На сьогодні науковці не мають можливості ані проаналізувати масштаби явища ані розробити плани подальшого відновлення та використання цих конкретних територій.

Території, що постраждали внаслідок бомботурбації (bombturbation) характеризуються повним порушенням ґрунтового профілю, значною зміною рельєфу, знищенням рослинного та тваринного світу. Сільськогосподарські поля, що зазнали інтенсивних обстрілів часто стають непридатними для сільськогосподарського використання, що викликає необхідність їх рекультивації або ж трансформації в інші види угідь. Останнє, своєю чергою, зумовлює значні правові, економічні та соціальні проблеми. Точні площі пошкоджених земель на зараз невідомі, хоча тривають роботи щодо їх інвентаризації шляхом дешифрування космічних знімків. Зокрема авторами на початку квітня цього року було обстежено понад півтора мільйони га території Харківської та Сумської областей та встановлено, що площа орних ґрунтів, які зазнали бомботурбації становила на той час 6582 га.

Методи дистанційного зондування надають навіть зараз усі можливості для картографування подібних територій, що своєю чергою є підставою для розробки стратегії і тактики їх відновлення та використання. Крім цього створені карти є дуже важливими з точки зору безпеки місцевих мешканців.

За даними німецьких фахівців частка снарядів та ракет, що не вибухнули за технічних причин може сягати 40 %. Відповідно наявність оперативних цифрових карт території, на яких показані воронки, надають можливість для оцінки ймовірності надходження поруч і невибухнувших боеприпасів.

Також дистанційне зондування надає змогу оцінити й площу ґрунтів, що зазнали фізичного порушення при проведенні різноманітних фортифікаційних робіт. Але дослідження свідчать, що таких об'єктів небагато через характер цієї війни. Теж саме можна сказати й про засмічені залишками військової техніки території.

Хімічне забруднення ґрунтів відбувається внаслідок вибухів, різноманітних пожеж, розливу паливно-мастильних матеріалів й т.ін. На даний час найвпливовішим фактором є вибухи снарядів та ракет, в результаті яких до ґрунту надходить значна кількість забруднюючих речовин, які умовно можна поділити на дві групи: 1) важкі метали, 2) компоненти вибухових речовин.

Ці хімічні речовини можуть забруднювати ґрунт і поверхневі та підґрунтові води й становити значну небезпеку для здоров'я людини та навколишнього середовища. Їх первинна локалізація може бути встановлена за цифровими картами, що згадувались вище, а прогноз їх міграції у ландшафті може бути наданий після геоінформаційного аналізу території. Зокрема пропонується проведення гідрологічного аналізу території на основі цифрових моделей рельєфу. Це дасть можливість визначити основні напрями поверхневих та підповерхневих водних потоків і визначити межі територій, які потенційно можуть бути хімічно забруднені.

УДК 631.67

ЗРОШУВАНІ ҐРУНТИ УКРАЇНИ: КЛЮЧОВІ ЕКОЛОГІЧНІ НАСЛІДКИ ВОЄННИХ ДІЙ

**С. А. Балюк, М. А. Захарова, Л. І. Воротинцева, О. А. Носоненко,
Ю. О. Афанасьєв, Р. В. Панарін**

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна*

zakharova_maryna@ukr.net

IRRIGATED LANDS OF UKRAINE: KEY ENVIRONMENTAL CONSEQUENCES OF MILITARY ACTIONS

**S. A. Balyuk, M. A. Zakharova, L. I. Vorotyntseva, O. A. Nosonenko,
Yu. O. Afanasyev, R. V. Panarin**

An analysis of the impact of military operations on the state of irrigated soils of Ukraine was performed. The key environmental consequences of military aggression are identified: the development of mechanical, physical, chemical, physico-chemical and biological degradation in irrigated soils was noted; the most dangerous degradation processes are determined and an expert assessment of their spread in irrigated soils due to the beginning and escalation of the military conflict is defined; the influence of military operations on irrigation water sources and their quality is considered; deterioration of the ecological and agromelioration condition of irrigated soils due to a decrease in the quality of irrigation water is predicted.

В останні роки Україна взяла курс на всебічний розвиток аграрного сектору як одного з головних рушіїв національної економіки. Було затверджено низку ключових документів, що визначають стратегічні напрями довгострокового розвитку нашої країни й сприяють забезпеченню стратегічної ролі України на світовому ринку продовольства та в гарантуванні глобальної продовольчої безпеки. Одним із ключових базових ресурсів, що має вирішальне значення для досягнення поставлених цілей є ґрунт. Разом з цим, родючість ґрунтів майже на 75 % території України обмежена недостатнім природним вологозабезпеченням й ефективне землеробство на цих площах без зрошення практично неможливе. Однак, через початок й ескалацію військового конфлікту та його значне поширення на півдні України, на більшості зрошувальних систем спостерігається виникнення нових й ускладнення існуючих екологічних проблем.

Наразі можна зазначити, що воєнні дії спричинили розвиток у зрошуваних ґрунтах таких типів деградації:

✓ Механічна – зміни морфометричної характеристики профілю ґрунту і рельєфу: втрати одного й більше горизонтів ґрунту через вирви від ракет, бомб, мін та снарядів; вириті окопи, рови та інші фортифікаційні споруди, які провокують розвиток ерозії, зсувів та ін. Даний тип деградації різного ступеня і масштабу прояву може спостерігатись на 30-40 % площ зрошуваних земель;

✓ Фізична – погіршення фізичних і водно-фізичних властивостей ґрунтів через ущільнення, деструктуризацію ґрунту, спричинені рухом військової техніки по полях і дією вибухової хвилі; погіршення температурного режиму зрошуваних ґрунтів через широке поширення пожеж у зоні бойових дій і в зоні прямого ураження; негативні зміни водного режиму ґрунтів через зміни залягання рівня підґрунтових вод, спричинені руйнацією у ході воєнних дій водогосподарської та меліоративної інфраструктури зрошувальних систем (магістральних та розподільних каналів, систем вертикального і горизонтального дренажу, водогонів, насосних станцій тощо). Підйом рівня підґрунтових вод може відбутися на 5-10 % площ зрошуваних земель;

✓ Хімічна – забруднення ґрунтів низкою токсичних хімічних елементів і сполук, які утворюються під час детонації ракет, бомб, мін та снарядів, надходять у ґрунт із залишками зброї й лишаються після військової техніки унаслідок її руху та пошкоджень і можуть мати як пряму, так і відтерміновану токсичну дію (важкі метали, алюміній, титан, сірка, токсична органіка, паливно-мастильні матеріали та інші нафтопродукти); негативні зміни у вмісті гумусу в ґрунтах, зміни його якості, зменшення вмісту елементів живлення рослин через пожежі, забруднення, перемішування шарів ґрунту на значних площах в зонах активних бойових дій і прямого ураження. Під впливом бойових дій, обстрілів і вибухів на засолених ґрунтах через порушення профілів ґрунтів, природного розташування їхніх генетичних горизонтів можливе залучення таких забруднювачів, як водорозчинні токсичні солі, до орного шару і розвиток процесів вторинного засолення. До початку воєнної російської агресії площа засолених ґрунтів в Україні на зрошуваних землях становила близько 350 тис. га, в повоєнний час вона може збільшитись на 10-15 %;

✓ Фізико-хімічна – погіршення кислотно-основних і буферних властивостей ґрунту, які на пряму пов'язані з наслідками хімічної деградації: утворюється низка хімічних сполук сірки, азоту, вуглецю та ін., які змінюють рН ґрунту. Відбуваються негативні зміни у співвідношенні складників вбирного комплексу: на солонцюватих ґрунтах через переміщення на поверхню ґрунтів (з окопів, ровів і вирв від ракет, бомб, мін та снарядів) нижче розташованих осолонцюваних горизонтів можливе залучення увібраних солонцюючих катіонів натрію та калію до ґрунтового вбирного комплексу орного шару, де вони справлятимуть негативний вплив на вирощувані сільськогосподарські культури і спричинятимуть розвиток процесів вторинного осолонцювання. У довоєнний час на зрошуваних землях площа солонцевих ґрунтів в Україні становила 684 тис. га, в повоєнний час вона може збільшитись на 15-20 %;

✓ Біологічна – зміна чисельності і якісного складу ґрунтової фауни й основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів, погіршення біологічних властивостей ґрунту, які спричиняються усіма вищезазначеними наслідками воєнних дій. Оцінка цих змін може використовуватися як комплексна інтегрована оцінка впливу воєнних дій на ґрунти.

Для повної оцінки сучасного стану зрошуваних ґрунтів України необхідно розглянути вплив воєнних дій на джерела зрошувальних вод та їх якість. Через російську агресію значно пошкоджені об'єкти водопостачання та водовідведення, джерела зрошення у Луганській, Донецькій, Запорізькій, Харківській, Херсонській та Миколаївській областях, затоплено шахти на Донбасі, зруйновано російськими військами греблі низки водосховищ, спостерігаються розливи палива, забруднення вод небезпечними хімічними речовинами від знищеної військової техніки та озброєння у прибережній зоні – все це забруднює поверхневі й підземні води, джерела зрошення низкою токсичних хімічних елементів і сполук, що може спричинити екологічну катастрофу на зрошуваних землях. Погіршення еколого-агромеліоративного стану зрошуваних ґрунтів через зниження якості зрошувальних вод може відбутися на 20-25 % площі зрошуваних земель.

УДК 631.471:631.481+528.854:528.855

USES OF SATELLITE DATA TO ASSESSING THE EFFECTS OF MILITARY OPERATIONS ON THE SOIL RESOURCES IN UKRAINE

T. Yu. Byndych

National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine

tanyabyndych@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ ДЛЯ ОЦІНКИ ВПЛИВУ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ҐРУНТОВІ РЕСУРСИ В УКРАЇНІ

Т. Ю. Биндич

Шляхом підбору та попереднього обробітку даних супутника Sentinel-2, що відзняте у безхмарну погоду в період з 24 лютого по вересень 2022 року, на прикладі окремих полів у Харківській області (біля с. Мала Рогань та м. Ізюм) встановлено ефективність використання даних багатоспектрального космічного сканування високого просторового розрізнення для архівації, локації та кількісного оцінювання пошкоджених ділянок ґрунтового покриву в межах агроценозів, які зазнали механічної деградації ґрунту внаслідок бойових дій.

The ongoing armed attack by the Russian Federation against Ukraine and associated hostilities have resulted in a state of soil resources across in the occupied lands. With extreme violence still ongoing, it is early for a comprehensive assessment of the environmental damage, yet there are already an urgent need to develop an assessment methodology of the nature and scope of the damage that is growing with each day of the war. Every facet of the landscape can be accurately characterized by conventional soil survey but this is time-consuming, some areas are hard to reach and are unsafe during military operations. In addition, it is not practicable to analyze long-term soil change using field data alone.

Remote sensing (RS) and geographic information systems (GIS) allow us to meet the challenge thanks to continual instrumental improvement and computerized image interpretation in GIS, elaboration of theoretical foundations for assessing the structure of soil cover and spatial heterogeneity, and application of geo-statistics to provide testable estimates of reliability.

The use of high-resolution multispectral satellite images, which typically have geographical compliance, continuity, and are regularly updated, seems to be the promising approach to ensuring compliance to high requirements for the accuracy and

impartiality of the data on the national soil resources. Additionally, satellite images, as up-to-date digital materials, in conjunction with modern GIS, provide means of precise determining the damaged soil areas, both in detailed and large-scale surveys.

The RS of Soil Cover Laboratory of NSC ISSAR has been applying modern approaches to the delineation and description of degraded soils by satellite data since 2000. Since February 24, 2022, our primary goals are an elaboration of general principles and techniques for an assessment of satellite data informative and their interpretation to establish of damaged soil areas and its digital description.

We have tested technologies for experimental evaluation of the information content of space scanning data for determination of war-damaged soils by Sentinel-2 satellite data that provides digital images of the Earth's surface in the multispectral bands with a resolution of 10 m. These data is a multispectral operational imaging mission within the GMES (Global Monitoring for Environment and Security) program, jointly implemented by the EC and European Space Agency for global land observation at high resolution with high revisit capability. We have selected a lot of space images for several test fields, which are located near the village Mala Rohan and the city Izyum in the Kharkiv region. Imagery was acquired in cloudless weather from February to September 2022. Research activities included: visual and statistical analyzes of the image, creation of a provisional map of areas with damaged soil surface on agricultural land, expert assessment of image complexity and analytical results as the basis for image classification, parameterization of the level of soil damage on agricultural land and extrapolation procedures based on interpretation of spectral signatures.

The results of our research shown that integrated use of high quality satellite images can provide a necessary amount of numerical information for the correct recognition of contours that have major damages of soil surface. Cartographic materials obtained this way might use to determine quantitative estimates of damage caused by war and to calculate optimal soil-sampling systems for post-war researches and recultivation.

The main aspects of the use of space scanning data for assessing the consequences of military operations on soil and land resources were established on the basis of the studies carried out. Firstly, an important direction of this use of space imagery data is their archiving.

Data archiving of satellite information is the process of moving data that must be retained for future reference as the documented fact of soil damage by shells, heavy military equipment or the preparation of military defensive lines in war-time (for use in legal, economic and research aspects).

Secondly, satellite imagery data allow to detect the location and to map of damaged soil areas. Also billions of image pixels recorded by spacecraft mission can be use to generate a high-resolution map of soil and land cover dynamics across territories of military operations. This map also depicts the peak of vegetation and gives insight into land productivity. Those maps support experts working with land-cover classification and can serve as input for calculating the damage from military operations on behalf of services in the spheres such as agriculture, forestry and land-degradation assessments.

Also the methodical approach for identification of main components of soil heterogeneity considering the different agroecological conditions (humus content, exchangeable potassium, labile phosphorus and integrative agro-chemical evaluation) was tested to identify and assess the degree of soil damage on agricultural land. It should be remembered that this method includes spatial measurement of optical characteristics of grain crops at early developmental stages, and analysis of spectral indices, obtained using multitemporal satellite images of high spatial resolution. It has been found that small areas of damaged soils in the early stages of crop development have insignificant effect on changes of vegetation indices which are determined by satellite imagery data. The impacts of soil mechanical degradation are increasingly evident by cartograms of vegetation indices, for example when 25-30% of the damaged field area.

Thus, it was concluded meaning space imagery data may be effective interpreted to monitor of lands in wartime and to determine, to map and to calculate the total area of agricultural land that has suffered losses due to military operations.

УДК 551.558:635.649

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ВИРОЩУВАННЯ СОЛОДКОГО ПЕРЦЮ В ХЕРСОНСЬКІЙ ОБЛАСТІ

Л. Ю. Божко, О. А. Барсукова, К. В. Гончар

Одеський державний екологічний університет, м. Одеса, Україна

lena5933@ukr.net

THE INFLUENCE OF WEATHER CONDITIONS ON SWEET PEPPER GROWING IN THE KHERSON REGION

L. Yu. Bozhko, O. A. Barsukova, K. V. Honchar

Among vegetable crops, sweet pepper in the Southern Steppe of Ukraine ranks third after cabbage and tomatoes and has the largest cultivated area in the Kherson region. Sweet pepper yields are very variable and their value is determined by the availability of light, heat, moisture, soil fertility and biological characteristics of the varieties. This year, the cultivation of vegetables, especially in the Kherson and Zaporizhzhia regions, was brought to nothing due to the invasion of russian invaders. In the occupied territories, the invaders did not allow to grow not only seedlings, but also to grow vegetables without seedlings. The fields were not planted with plants, were covered with weeds, the fighting caused disturbance of the top layer of the soil, which, together with extreme dryness and the destruction of irrigation systems, caused an increase in wind erosion of the soil.

Серед овочевих культур солодкий перець в Південному Степу України займає третє місце після капусти та томатів і має найбільші посівні площі в Херсонській області. Врожаї солодкого перцю дуже мінливі і їх величина визначається забезпеченістю території світлом, теплом, вологою, родючістю ґрунтів та біологічними особливостями сортів.

Підвищення врожаїв культури можливе за рахунок введення сортового районування, коли розміщення різних за скоростиглістю сортів виконується з урахуванням відповідності агрокліматичних ресурсів території біологічним особливостям цієї культури.

Численні дослідження та широка практика показали, що правильне застосування добрив та зрошення у посушливих теплих районах України у декілька разів підвищують врожайність овочевих культур, зокрема і солодкого перцю, в цілому на 20–30 ц/га. Однак зараз цей резерв використовується недостатньо.

Для підвищення ефективності зрошення необхідне всебічне вивчення динаміки водоспоживання кожної культури впродовж вегетаційного періоду, та його зміни під впливом поточних погодних умов. Це дозволить удосконалити техніку поливів, їх норми та строки і дозволить економічно витратити воду для зрошення та розробляти заходи боротьби із водною ерозією ґрунтів.

Проблеми розробки і впровадження промислових технологій висувають цілу низку складних задач, до яких відносяться: створення та широке розповсюдження сортів солодкого перцю, придатних до механізованого збирання; розробка комплексу агротехнічних заходів, який включає строки, норми та засоби внесення добрив, режими зрошення, заходи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами; вивчення впливу погодних умов на ріст солодкого перцю та формування його врожаїв, відповідність агрокліматичних ресурсів територій вирощування потребам перцю і т. ін.

Мірою забезпеченості рослин вологою є відношення кількості вологи, спожитої рослинами в конкретних умовах росту, до кількості вологи, яка необхідна рослинам для створення найвищого урожаю.

Потреба рослин у воді змінюється впродовж вегетаційного періоду. У багаторічному розрізі потреба рослин солодкого перцю у воді за вегетаційний період у районах Південного степу України становить 490 – 580 мм. Найбільше води споживається в період від технічної стиглості до останнього збору плодів (тривалість періоду найбільша). Розрахунки потреб рослин у воді допоможуть при плануванні господарських заходів щодо вирощування солодкого перцю, пов'язаних з визначенням оптимальних норм зрошення. Основою для цього є чітка залежність урожаїв солодкого перцю (Y) з кількістю спожитої за вегетацію води (x). Зв'язок характеризується коефіцієнтом кореляції $0,87 \pm 0,01$. Рівняння має вигляд $Y = 3,222x - 1459,2$. Сумарні витрати води із шару ґрунту 0–50 см за вегетаційний період розраховуються як кількість води, витраченої за період від висаджування розсади перцю в ґрунт до першого вересня.

При визначенні норм та термінів зрошення велике значення мають запаси продуктивної вологи у ґрунті перед поливом та засоби зрошення. Зрошення в Херсонській області здійснюється по борознах, дощуванням (найбільш поширене) або крапельним способом.

Окрім позитивних сторін зрошення є і негативна — розвиток водної ерозії ґрунтів. Це залежить від норм та інтенсивності зрошення. Під час використання дощувальної техніки потрібно, щоб інтенсивність дощу для будь-якого проміжку часу була менша швидкості вбирання води в ґрунт. Крім того, середній діаметр краплі дощу не має перевищувати 1,5 мм. Більші краплі руйнують агрегати ґрунту, щільність яких зростає і не сприяє поліпшенню дії на рослини. Особливо відзначається 2022 рік у зв'язку з тим, що господарська діяльність аграріїв була порушена початком захватом території України російськими загарбниками. Слід зазначити, що в цьому році вирощування овочевих, як і інших культур в Україні, і особливо в Херсонській та Запорізькій областях зведене нанівець через вторгнення російських загарбників. На окупованих територіях загарбники не дозволили вирощувати не тільки розсаду а і вирощувати овочі безрозсадним способом. Поля не засаджені рослинами, покрилися бур'янами, бойові дії спричинили порушення верхнього шару ґрунту, що вкупі з надзвичайною посушливістю і руйнуванням зрошувальних систем спричинило підсилення вітрової ерозії ґрунтів. Внаслідок цих причин еродованість ґрунту в Херсонській області значно зросла.

УДК 631.46:631.8:631.445.4

ОЦІНКА СТАНУ МІКРОБНОГО ЦЕНОЗУ ЧОРНОЗЕМУ ЗВИЧАЙНОГО ЗА ВНЕСЕННЯ РІЗНИХ КОМПОЗИЦІЙ МІКРОБНИХ ПРЕПАРАТІВ

Ю. П. Борко¹, А. О. Дацько¹, В. А. Іщенко²

¹ТОВ «Інститут прикладної біотехнології», м. Київ, Україна

²Інститут сільського господарства Степу НААН, Кіровоградська обл., Україна

yulia_borko@ukr.net

ASSESSMENT OF THE MICROBIAL CENOSE STATE IN CHERNOZEM AT THE USE OF DIFFERENT MICROBIAL PREPARATIONS COMPOSITIONS

Yu. P. Borko, A. O. Datsko, V. A. Ishchenko

There are presented the research results of the microorganisms' number of the main physiological groups in chernozem typical during sunflower cultivation and the direction of microbiological processes in the soil. It has been established the application of microbial preparations contributes to the optimization of microbiological processes in the soil.

Повномасштабне вторгнення росії до України завдало та продовжує завдавати величезної шкоди сільськогосподарським угіддям України. Ефективне ведення сільськогосподарського виробництва в умовах воєнного і післявоєнного стану, а також за постійної нестачі добрив і засобів захисту рослин є надзвичайно складним завданням для аграріїв. За цих умов особливої актуальності набуває застосування мікробних біопрепаратів, що дозволить не тільки оздоровити ґрунт, підвищити урожайність та поліпшити якість продукції рослинництва, а й заощадити сировинні та енергетичні ресурси. Для розуміння процесів, що відбуваються у ґрунті та ефективного застосування мікробних препаратів необхідним є проведення досліджень визначального фактору ґрунтової родючості — мікробіоти.

Зважаючи на актуальність проблеми, метою досліджень було оцінити стан мікробного ценозу чорноземного ґрунту за внесення різних композицій мікробних препаратів у посівах соняшника. Дослідження проводили на базі стаціонарного польового досліду Інституту сільського господарства Степу. Ґрунт — чорнозем звичайний, перехідний до глибокого, важкосуглинковий. Схема досліду передбачала вивчення дії препаратів Граундфікс (2,5 і 5 л/га) і Азотофіт (1,5 і 3 л/га), внесених під культивуацію як окремо, так і у комплексі, та з мінеральними добривами (у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ чи $N_{42}P_{42}K_{42}$), а також внесення лише мінеральних добрив ($N_{60}P_{60}K_{60}$).

Мікробіологічні дослідження ґрунту показали, що співвідношення та чисельність мікроорганізмів різних фізіологічних груп залежить від виду та норми застосування біопрепаратів. Так, чисельність бактерій у досліджуваних зразках ґрунту варіювала в межах 10,3–29,5 млн КУО/г ґрунту, мікроміцетів — 77,2–149,3 тис. КУО/г ґрунту. Встановлено, що застосування препаратів Граундфікс та Азотофіт (у всіх комбінаціях) сприяє збільшенню загальної кількості грибної мікрофлори у 1,1–1,9 раза порівняно з контролем та внесенням лише мінеральних добрив (у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ під культивуацію), у той час як найбільший позитивний вплив (17,0–21,9 %) на чисельність та різноманіття бактеріальної мікрофлори мало застосування Граундфіксу у нормі 5 л/га як окремо, так і з $N_{42}P_{42}K_{42}$.

Визначено, що досліджувані ґрунти характеризуються доволі високим ступенем збагачення мікробіотою, що трансформує органічні і мінеральні сполуки азоту, олігонітрофілами, оліготрофами і педотрофами. При цьому використання мікробних препаратів сприяло збільшенню чисельності педотрофів та іммобілізаторів мінерального азоту у 1,4–4,5 раза і, відповідно,

активізації процесів трансформації N- та C-вмісних сполук. Чисельність мікроорганізмів, що використовують у своєму метаболізмі переважно органічні форми азоту, також підвищувалась на фоні застосування мікробних препаратів на 12,5-63,7 %. Проте за сукупного використання мікробних препаратів з мінеральними добривами у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ чисельність амоніфікувальної мікробіоти знижувалась на 4,9–14,9 %, що пояснюється збільшенням дози внесення НРК. Найбільшу кількість олігонітрофілів, бактерій роду *Azotobacter* і спороутворювальних бактерій (42,3, 9,1 і 1,57 млн КУО/г ґрунту) виявлено у зразку, де вносили Азотофіт у нормі 3 л/га під культивуацію, що у 1,1–3,3 рази вище показників решти варіантів досліду. Крім того, застосування мікробних препаратів та мінеральних добрив переважно зумовлювало зниження чисельності представників оліготрофної групи до 24,6 %, що може свідчити про збереження у ґрунтовому розчині легкодоступних поживних речовин, які є необхідними для активного розвитку зимогенної мікробіоти. Виняток становлять ґрунти, де вносили окремо препарати Азотофікс і Граундфікс, а також Граундфікс + Азотофіт + $N_{42}P_{42}K_{42}$, чисельність оліготрофів у яких збільшувалась, порівняно з контролем, на 22,5–35,7 %.

Встановлено, що забезпечення легкозасвоюваними поживними речовинами ґрунтів усіх досліджуваних варіантів для функціонування ґрунтової мікробіоти все ж є недостатнім ($K_O = 1,19-2,15$). Проте за сукупного застосування препаратів Граундфікс і Азотофіт, як без мінеральних добрив, так і з $N_{42}P_{42}K_{42}$, а також Граундфіксу з $N_{42}P_{42}K_{42}$ і окремо $N_{60}P_{60}K_{60}$ під культивуацію виявлено тенденцію до зменшення дефіциту органічної речовини у ґрунті. На контролі та за використання мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{60}K_{60}$ виявлено слабкий ступінь включення ґрунтового гумусу у процеси трансформації в екосистемі ($K_{II} = 0,35$ і $0,47$), тоді як внесення мікробних препаратів сприяло активізації функціонування автохтонної мікробіоти та підвищенню рівня асиміляції мікроорганізмами поживних речовин із запасів ґрунту ($K_{II} = 0,63-1,27$). У ґрунтах, де застосовували Граундфікс (5 л/га) під культивуацію, як окремо, так і з $N_{42}P_{42}K_{42}$, а також Граундфікс (2,5 л/га) сукупно з Азотофітом (1,5 л/га) і $N_{60}P_{60}K_{60}$ переважали процеси трансформації мінеральних сполук азоту ($K_{MIN} = 1,04-1,25$), тоді як решта варіантів досліду характеризувалась переважанням процесів мінералізації органічних сполук азоту ($K_{MIN} = 0,52-0,96$).

При цьому найбільш інтенсивно мікробна трансформація органічної речовини відбувалась у ґрунті, де застосовували Граундфікс (2,5 л/га) сукупно з Азотофітом (1,5 л/га) на фоні внесення міңдобрив у дозі $N_{45}P_{45}K_{45}$ ($K_{TOP} = 111,9$).

Отже, використання мікробних препаратів на чорноземі звичайному під посівами соняшника загалом сприяє збільшенню чисельності ґрунтової мікробіоти й оптимізації мікробіологічних процесів у ньому, що, своєю чергою, сприятиме підвищенню врожайності культури та рентабельності її вирощування.

УДК 631.86:631.87:631:811

ОЦІНКА ПРИДАТНОСТІ ҐРУНТОВИХ СУБСТРАТІВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ЖИМОЛОСТІ ГОЛУБОЇ

Т. Бортнік¹, А. Бортнік², В. Галас²

¹Поліська дослідна станція Національного наукового центру
«Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
м. Луцьк, Україна

didkovtana@gmail.com

²Волинська філія державної установи «Інститут охорони ґрунтів України»,
м. Луцьк, Україна

ASSESSMENT OF THE SUITABILITY OF SOIL SUBSTRATES FOR GROWING BLUE HONEYSUCKLE

T. Bortnik, A. Bortnik, V. Galas

According to the results of statistical data, it was established that there are significant deposits of peat and spropel in the territory of the Volyn region. These raw resources can be used for the production of soil substrates. Research results show that the correct selection of substrates is important for ensuring active growth and development of plants. For the cultivation of pigeon honeysuckle, it is advisable to use neutralized horse peat with the additional addition of spropel.

У виробництві посадкового матеріалу важливим є підбір поживного субстрату, який би забезпечував збалансоване живлення рослин протягом періоду вегетації. Розширення асортименту культур потребує пошуку нових підходів щодо виробництва субстратів (ґрунтосумішей), які б забезпечували оптимальні умови живлення рослин, забезпечуючи високу якість саджанців (розсади) та харчової продукції ягідних культур.

У результаті проведеного аналізу наукових праць вітчизняних та зарубіжних вчених виявлено, що основним сировинним ресурсом ґрунтових субстратів для вирощування жимолості голувої є торф, запаси якого на території Волинської області налічують 143,406 млн т кат. А+В+С1 і 11,334 млн т кат. С2 (20,35 % від загальних запасів торфу по Україні), а також сапрпель – кат. А+С1 55,067 млн т і кат. С2 — 11,296 млн т.

Як додаткові місцеві компоненти, які забезпечують підвищення вмісту поживних речовин, для виготовлення субстратів можуть використовуватись гній, пташиний послід, фосфорити, осади стічних вод, барда мелясова, гілки та кора, технологічна тріска, солома зернових культур тощо.

З метою встановлення закономірностей впливу основних видів місцевих сировинних ресурсів на ріст і розвиток та особливості поглинання елементів живлення ягідної культури та для виявлення зразка субстрату з найбільш оптимальним компонентним складом, протягом 2019–2020 рр. були проведені дослідження, в яких, як основні компоненти, використовували торф та сапрпель.

Результати проведених досліджень свідчать, що відсоток приживання живців рослин-регенерантів жимолості голувої коливався у межах 17,2–51,6 % залежно від компонентів субстрату. Так, у варіантах за використання торфу верхового (нейтралізованого) та 20–30 % сапрпелю, було виявлено найвищі результати, тобто показник приживання становив 45,2–51,6 %.

Досліджуючи біометричні параметри рослин-регенерантів жимолості голувої спостерігали, що така тенденція спостерігалась і в подальшому. У варіантах, де були зафіксовані найкращі результати щодо приживання (торф верховий нейтралізований з додаванням 20–30 % сапрпелю), рослини досягли висоти 2,4–2,5 см, із кількістю міжвузлів — 5–6 шт., тоді як у інших варіантах ці показники були на рівні 1,7–2,3 см та 4–5 шт., відповідно.

Маса рослин за використання торфу верхового коливалась у межах 9,0–17,5 г. Максимальний результат зафіксовано у варіанті за додаткового внесення 30 %, тобто приріст відносно контролю становив 4,2 г або 31,6 %.

Дані щодо накопичення у рослинах-регенерантах основних поживних елементів свідчать про коливання їх вмісту залежно від компонентів субстрату.

За вирощування жимолості голубої спостерігалась така тенденція: зростання частки у субстраті сапропелю сприяло накопиченню біофільних елементів у рослинах. У варіантах за додавання сапропелю від 10 до 30 % вміст азоту був у межах 2,48–3,30 %, фосфору (P_2O_5) — 0,95–1,13 %, калію (K_2O) — 0,99–1,20 %, тоді як за вирощування рослин лише на торфі вміст був на рівні 1,83, 0,85 і 0,87 % відповідно.

Узагальнюючи результати досліджень зробили висновок, що правильний підбір субстратів має важливе значення для забезпечення активного росту і розвитку рослин. Так, за вирощування жимолості голубої доцільним є використання нейтралізованого торфу верхового за додаткового додавання сапропелю.

УДК 631.48.003.12 (210.7) (262.5) (477.74)

ОЦІНКА СТАНУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ОСТРОВА ЗМІНИЙ

А. О. Буяновський, М. Й. Тортик

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова, м. Одеса, Україна
grunt.ggf@onu.edu.ua

ASSESSMENT OF CONDITIONS SOIL COVER OF ZMIINY ISLAND

A. O. Buianovskyi, M. Y. Tortyk

The materials of the assessment of the condition of the soil and soil cover carried out on the island of Zmeinyi as a result of the military aggression of the Russian Federation are highlighted. On the basis of our earlier state assessment, depending on the degree of anthropogenic change and transformation of soils and soil cover, gradations and evaluation indicators were selected. A system of measures for establishing the consequences of armed aggression, assessing the damage caused to the ground cover, and ways of remediation in the conditions of Zmiiny island is proposed.

В структурі та функціонуванні будь-якої природної (чи природно-антропогенної) системи надзвичайно важливою є роль ґрунту і ґрунтового покриву, від стану якого і здатності виконувати продукційно- і біосферно-екологічні функції у визначальній мірі залежить ефективність функціонування ландшафту загалом. Ґрунт у природній системі є депонуючим середовищем,

яке перебуває під пресом низки антропогенних чинників. І завдання оцінювання при цьому – визначити ступінь змінності і перетвореності ґрунтового компоненту природного ландшафту та ефективності його продукційно-біоекологічного функціонування. Загальноприйнято проводити оцінку стану за кількісними значеннями (характеристиками) функціонуючої ґрунтової системи та тенденціями її зміни. При цьому розрізняють оцінку стану ґрунту індивідуальну (наприклад, за вмістом гумусу, ступенем солонцюватості, забрудненості тощо) та комплексну інтегровану (найчастіше за продукційно-біоекологічним рівнем ефективності функціонування).

Важливість оцінки стану ґрунтів і ґрунтового покриву о. Зміїний зумовлена декількома причинами. Зміїний як острів з обмеженим територіальним ресурсом (площа всього 20,5 га) має стратегічне військово-політичне значення у північно-західній акваторії Чорного моря, з однієї сторони, та вкрай важливе екологічне значення зі статусом загальнозоологічного заказника загальнодержавного значення — з іншої. В той же час, військові дії на острові, спричинені військовою агресією РФ, суттєво змінили вихідні умови природного середовища, завдали непоправної шкоди ландшафту загалом, створивши по суті на об'єкті природно-заповідного фонду України белігеративний ландшафт.

Природні ландшафти в умовах острова мають риси різнотравно-злакового степу, який на значній території (головно у заповідній зоні) практично знаходився у незайманому стані (не косився, не було випасу худоби). Під трав'яною рослинністю на сильнощепенюватому елювії-делювії щільних кислих порід утворились неповнорозвинені і короткопрофільні кислі, некарбонатні, щепенюваті, високогумусні чорноземи (за системою WRB — Phaeozem Leptic і Skeletic). Поряд з чорноземами та виходами щільних порід на ділянках малопотужного (до 8–10 см) елюво-делювію виділяються контури примітивних кам'янисто-щепенюватих ґрунтів — Leptosols Hyperskeletal за класифікацією WRB.

Найсуттєвішим антропогенним чинником впливу та змінності і перетвореності природних ландшафтів острова, зокрема його літооснови, рельєфу і ґрунтового-рослинного покриву, було довготривале військово-оборонне використання території. Результати проведених на о. Зміїний вивчення та оцінки стану ґрунтів і ґрунтового покриву протягом 2003-2014 рр. засвідчували

домінування тут нормального (природно зумовленого) і антропогенно слабкозміненого станів ґрунтів і ґрунтового покриву, що забезпечувався заповідним режимом території та наявним покривом степової трав'яної рослинності. Найсильніше були змінені, перетворені, а часто й порушені поверхня і ґрунти на ділянках колишніх військово-оборонних об'єктів, сучасної житлової забудови, виробничо-управлінської інфраструктури, складів нафтопродуктів та непридатної для використання техніки, забруднення нафтопродуктами, побутовим і будівельним сміттям та відходами. В результаті наших польових досліджень протягом 2003-2013 рр. встановлено, що найбільш зміненими та забрудненими стали ділянки в межах вершинно-вододільного плато і привододільних схилів та крайньої південно-західної частини в районі Золотого пляжу. У південно-східній частині острова візуально зафіксовані три потоки стоку нафтопродуктів по потяжинах рельєфу (папілярах) із вершинно-вододільної частини до узбережжя і крутосхилів. В результаті очищення території острова протягом 2008-2014 рр. від ємностей нафтопродуктів, застарілої техніки та обладнання в місцях їх видалення залишились ділянки порушеної кам'янистої поверхні. Такі ділянки потребували і потребують землерекультивації.

Проведена нами оцінка стану ґрунтів і ґрунтового покриву о. Зміїний в 2014 році та укладена відповідна картосхема потребують нині актуалізації, що виникла у зв'язку з військовими діями, що відбулися на острові внаслідок військового нападу РФ на Україну з 24 лютого 2022 року. Аналіз фото- та космознімків, що були поширені у відкритих джерелах офіційними представниками нашої держави після активних бойових дій на острові починаючи з кінця лютого поточного року, засвідчує суттєві зміни природно-ландшафтних комплексів та майже повне руйнування існуючої інфраструктури острова. Найбільше руйнування спостерігається в місцях колишньої забудови на вершинно-вододільному рівні (маячний комплекс, будівлі і споруди військових) та на зниженій частині – давній морській терасі в північно-східній частині острова. Зазначимо, що ґрунтовий покрив у межах вершинно-вододільного плато та привододільних схилів представлений пересічно чорноземами короткопрофільними і неповнорозвиненими до 30-50 % в комплексі

з примітивними ґрунтами та виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів (неґрунтовими утвореннями) до 10–20 %, а в межах давньої морської тераси в північно-східній частині острова — чорноземами неповнорозвиненими в комплексі з примітивними ґрунтами і виходами щільних порід та їх грубоуламкових розсипів до 30–50%.

Подальше ґрунтоутворення та еволюція ґрунтів і ландшафтно-екологічних умов на більшій частині острова за умови дотримання заповідного режиму та збереження існуючого покриву степової трав'яної рослинності може відбуватися у напрямі екологічно оптимістичного незворотно-поступального наростання чорноземних властивостей і характеристик. За умов же знищення покриву степової трав'яної рослинності, недотримання заповідного режиму та відсутності регламентування господарської діяльності подальше ґрунтоутворення та еволюція ґрунтів і ландшафтно-екологічних умов тут може відбуватися за екологічно загрозливою направленістю. Таким чином, збереження та відновлення природи острова, його ґрунтового покриву можливе за умови врахування здатності острівної геосистеми виконувати ресурсозберезувальні та середовищевідновлювальні функції. Запропоновані заходи щодо відновлення екосистем острова мають включати обов'язково ремедіацію та рекультивацію ґрунтів. Актуальним також було і залишається природоохоронне, а також науково-дослідницьке і моніторингове використання острівної суші та прилеглої шельфу. Наукові еколого-природничі дослідження, в т. ч. ґрунтів і ґрунтового покриву, залишаються значущими понині й матимуть перспективи у майбутньому щодо геосистемно-моніторингових досліджень і використання природно-ресурсного потенціалу острова.

УДК 631.435

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛАЗЕРНОЇ ДИФРАКЦІЇ ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ГРАНУЛОМЕТРИЧНОГО СКЛАДУ ҐРУНТІВ, ЩО ЗАЗНАЛИ ВПЛИВУ БОЙОВИХ ДІЙ

Н. В. Винокурова

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна*

mega_nadi1980@ukr.net

APPLICATION OF THE LASER DIFFRACTION METHOD IN MONITORING THE GRANULOMETRICAL COMPOSITION IN THE SOIL COVER THAT WAS INFLUENCED BY COMBAT ACTIONS

N. V. Vynokurova

The possibility of using the laser diffraction method in monitoring the granulometric composition of the soil cover is shown, using the example of changes that occurred in the soil in the wake of an aerial bomb. It was determined that over 5 months, the content of the <0.01 mm fraction decreased, and the sand (1–0.25 mm and 0.25–0.05 mm) increased, which indicates the relief of the soil and the formation of a new soil horizon in the pit.

Від розриву снарядів різного калібру внаслідок бойових дій на полях України утворилося багато вирв та вивернутого ґрунту, що порушують природну цілісність ґрунтових горизонтів та призводять до змін фізичних властивостей.

Гранулометричний склад ґрунту визначається в нашій країні переважно сито-піпет методом в модифікації Н. А. Качинського, що є трудомістким та кошторисним аналізом. Це стоїть на заваді швидкісному та широкомасштабному моніторингу земель. Для вирішення цього питання було апробовано метод лазерної дифракції, який потребує 1–2 дні на підготовку зразків та 15 хв. на вимірювання одного зразка. Проби ґрунту було відібрано у квітні та вересні 2022 р. в полі поблизу селища Новий Коротич Харківської області з координатами поля: N 49,961085, E 36,021222 у місці влучення авіабомби. Визначення розміру часточок ґрунту проводили лазерно-дифракційним методом на аналізаторі часточок Mastersizer 3000E фірми Malvern Instruments з рідинним модулем диспергування Hydro EV. Також для підтвердження можливості застосування цього методу, для порівняння даних, проведено аналізування сито-піпет методом в модифікації Качинського за ДСТУ 4730:2007.

Аналіз даних гранулометричного складу показує, що з часом (у даному випадку через 5 місяців) під впливом природних чинників (опадів, вітру) відбулися зміни вмісту гранулометричних фракцій у ґрунті (чорнозем опідзолений), проби якого відібрані на схилах і на дні вирви (Таблиця).

Таблиця. Гранулометричний склад ґрунту, визначений за методами лазерної дифракції та за ДСТУ 4730:2007

Точки відбирання проб ґрунту; місяць, рік .	Вміст гранулометричних фракцій, % за розміру фракцій, мм						
	1-0,25	0,25-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	0,005-0,001	<0,001	Сума фракцій <0,01
Фон 4	1,47/ 1,75	9,52/ 5,92	32,58/ 37,27	7,45/ 10,55	20,02/ 14,20	28,96/ 30,31	56,43/ 55,06
Дно вирви; 04.2022	0,24/ 0,95	5,48/ 6,43	27,89/ 27,54	8,76/ 11,74	24,51/ 12,93	33,11/ 40,41	66,39/ 65,08
Дно вирви; 09.2022	1,60/ 1,35	6,50/ 12,94	28,09/ 21,89	8,20/ 8,52	22,67/ 16,49	32,94/ 38,81	63,81/ 63,82
Дно вирви; різниця.	-1,36/ -0,4	-1,02/ -6,51	-0,2/ 5,65	0,56/ 3,22	1,84/ -3,56	0,17/ 1,6	2,58/ 1,26
Середина схилу вирви; 04.2022	0,81/ 0,66	5,24/ 6,23	27,00/ 28,93	8,42/ 14,99	23,78/ 12,28	34,74/ 36,91	66,94/ 64,18
Середина схилу вирви; 09.2022	1,19/ 1,13	7,12/ 6,44	27,23/ 33,14	8,40/ 9,01	23,79/ 13,99	32,26/ 36,29	64,46/ 59,29
Середина схилу вирви; різниця.	-0,38/ -0,47	-1,88/ -0,47	-0,23/ -4,21	0,02/ 5,98	-0,01/ -1,71	2,48/ 0,62	2,48/ 4,89
Верх вирви; 04.2022	0,15/ 0,59	5,51/ 6,24	28,18/ 28,49	8,98/ 12,51	24,31/ 16,96	32,87/ 35,21	66,16/ 64,68
Верх вирви; 09.2022	1,33/ 0,60	6,31/ 9,29	27,98/ 26,84	8,33/ 11,96	22,91/ 11,72	33,15/ 39,59	64,39/ 63,27
Верх вирви; різниця.	-1,18/ -0,01	-0,8/ -3,05	0,2/ 1,65	0,65/ 0,55	1,4/ 5,24	-0,28/ -4,38	1,77/ 1,41

Примітка: Перед рискою – дані за методом лазерної дифракції, після риски – за методом Н.А. Качинського

Згідно з даними методу лазерної дифракції вміст «фізичної» глини через 5 місяців зменшився на дні вирви на 2,58 %, на середині схилу на 2,48 %, та на верху вирви на 1,77 %. Зменшення підтверджуються і даними за методом Н. А. Качинського відповідно на 1,26%, 4,89% та 1,41%. Сума фракції піску (1–0,25 мм та 0,25–0,05 мм) навпаки збільшилися, найбільше на дні вирви – на 2,28 % в методі лазерної дифракції та на 6,91 % в методі Н. А. Качинського, відповідно, на середині схилу – на 2,26 % й 0,94 %, та на верху вирви – 1,19 % й 3,06 %. Майже у всіх фракціях характер зміни, визначений методом лазерної дифракції такий самий, як і визначений стандартизованим методом за ДСТУ 4730:2007,

хоча дані кожної з фракцій не збігаються один до одного. Різниця між даними методів може бути пов'язана з похибкою у вимірюваннях та різними способами обчислення еквівалентних діаметрів.

Отже, за даними обох методів відбулося полегшення ґрунту, але за вмістом «фізичної» глини не досягнуто рівня фону (шар ґрунту 0–30 см, що візуально не зазнав впливу бойових дій). Це свідчить, що у вирвах від авіабомб під впливом природних чинників, без втручання людини, в подальшому можуть формуватися нові ґрунтові горизонти. Для моніторингу змін у ґрунтовому покриві, як показали дані, сито-піпет метод Н. А. Качинського може бути замінений більш швидкісним методом лазерної дифракції.

ПЕРСПЕКТИВИ ВІДНОВЛЕННЯ ЧОРНОЗЕМІВ, ПОШКОДЖЕНИХ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ, ШЛЯХОМ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

Я. М. Водяк

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна
1994demidova@gmail.com*

PROSPECTS FOR THE RESTORATION OF CHERNOZEM DAMAGED AS A CONSEQUENCE OF ARMED AGGRESSION THROUGH CULTIVATION OF ENERGY CROPS

Ya. M. Vodyak

*On the basis of experimental studies conducted in 2016-2021, the positive impact of growing *Miscanthus Giganteus* on the quality of ecosystem services of chernozem was established. The obtained results serve as a basis for recommending the cultivation of *Miscanthus Giganteus* on soils damaged as a result of hostilities. This confirmed by an increase in the number of microarthropods, an increase in the carbon content of soil organic matter, and an increase in the soil structure factor in the soil under giant *Miscanthus* plants.*

На базі ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», за даними проведених наукових досліджень, визначено позитивний вплив енергетичних культур на агрохімічні, біологічні та фізичні властивості чорнозему опідзоленого важкосуглинкового, і як наслідок, на якість екосистемних послуг, зокрема постачальну та функцію регулювання.

Однак, військові дії на території України швидко внесли свої корективи в сільськогосподарське та біоенергетичне виробництво. В нових реаліях основною ціллю став пошук балансу між отриманням енергетичної сировини та паралельним відновленням ґрунтів, що зазнали значної руйнації внаслідок розривів від бомбардування, обстрілів ракетами, мінами та артилерійськими снарядами, що спричинило порушення природної цілісності генетичних горизонтів на значних площах у північній, східній та південній частинах нашої країни.

Численні дослідження багатьох вчених світу підтверджують високу здатність продукування біосировини міскантусом гігантським на малопродуктивних, маргінальних ґрунтах, до яких тепер можна віднести і пошкоджені, внаслідок бойових дій, наші чорноземи. Вагомою перевагою міскантусу гігантського, перед іншими сільськогосподарськими біокультурами, відмітимо, є тривалість використання однієї плантації з рослиною — близько 20 років. Така особливість рослини забезпечує тривалий відпочинок ґрунту, накопичення біогенного вуглецю, за рахунок пожнивних решток, та підвищення його родючості. У наших дослідженнях, міскантус гігантський, завдяки своїй кореневій системі, що проникає на 250 см у глиб ґрунту, із найбільшою щільністю у верхньому 30-сантиметровому шарі, демонструє позитивний вплив на фізичні властивості ґрунтів, а саме на структурно-агрегатний склад. На варіантах дослідження, де вирощувався міскантус, спостерігається підвищення параметрів даного показника у 1,21 раза. Відмічається також кореляція між коефіцієнтом структурності та чисельністю мікроартропод у прикореневій зоні міскантусу гігантського. Звичайно, довгостроковість вирощування культури на одному місці гарантує відносно стабільні умови для існування ґрунтової біоти. Таким чином, можна говорити про покращення біорізноманіття, що підтверджується у наших дослідженнях зростанням кількості орибатид та колембол у 1,5 раза під рослинами міскантусу.

Невід’ємною частиною дослідження ґрунтового стану є спостереження за агрохімічними показниками. В наших дослідженнях найбільший фокус було направлено на вуглець органічної речовини, як показник родючості ґрунту та як основний елемент, який потрапляючи у надлишковій кількості в атмосферу,

спричиняє значне підвищення середньої температури на планеті. Воєнні дії часто спричиняють значні пожежі, що також слугує додатковим чинником забруднення оточуючого середовища за рахунок викидів вуглекислого газу. Підвищення вмісту органічної речовини у ґрунті за час вирощування міскантусу гігантського констатується подекуди майже у два рази, що підтверджує його вуглецьсеквеструвальну здатність. Таким чином, отримані нами результати, слугують науковим обґрунтуванням для того, аби пропонувати вирощування міскантусу гігантського на пошкоджених бойовими діями ґрунтах. Виробництво біологічної сировини на таких територіях має переваги не лише в екологічному плані, а ще й в економічному, адже наближає на один крок уперед Україну до енергетичної незалежності.

УДК 633.34:631.53.01:631.8:631.67

ВПЛИВ МІКРОДОБРИВА НА НАКОПИЧЕННЯ БУЛЬБОЧОК РОСЛИНАМИ СОЇ РІЗНИХ ГРУП СТИГЛОСТІ

Р. А. Вожегова, В. О. Боровик, Ю. О. Степанов

*Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН,
м. Херсон, Україна
veraborovik@meta.ua*

THE INFLUENCE OF MICROFERTILIZER ON THE ACCUMULATION OF BULLES BY SOYBEAN PLANTS OF DIFFERENT MATURITY GROUPS

R. A. Vozhehova, V. O. Borovik, Yu. O. Stepanov

Peculiarities of the formation of seed productivity of soybean varieties of different maturity groups under different methods of application of the new microfertilizer 5 Element in the irrigation conditions of the Southern Steppe of Ukraine were studied. It was established that the use of microfertilizer 5th Element had a positive effect on the germination of soybean plants and the passage of the nitrogen fixation process. The use of microfertilizers did not suppress the activity of microorganisms in the soil, but contributed to the accumulation of microorganisms that participate in the transformation of nitrogen compounds in the soil in Panna soybean crops.

Важливою особливістю сої є її здатність до ендосимбіозу з азотфіксуючими суббактеріями — ризобіями. Завдяки азотфіксації, яка проходить у сформованих у симбіозі з ризобіями бульбочках, соя може значно або навіть повністю задовольняти свою потребу в азоті через симбіотрофне живлення.

Це дає можливість вирощувати сою взагалі без внесення або з мінімальними дозами азотних добрив, які дорогі й екологічно небезпечні. Рослини сої, як азотфіксатори, збагачують ґрунт азотом. Вченими доведено, що за оптимальних умов симбіотичної азотфіксації, рослини можуть засвоювати до 150–190 кг/га біологічного азоту, що дає можливість поліпшити його баланс у ґрунтах сівозміни, зменшити обсяги використання мінерального азоту, суттєво підвищити врожайність та рентабельність.

Зважаючи на це, предметом нашого дослідження слугували особливості формування насінневої продуктивності сортів сої різної групи стиглості за різних способів застосування нового мікродобрива 5 Елемент в умовах зрошення Південного Степу України. Методи досліджень: польовий, лабораторний, статистичний. Досліди проводили впродовж 2018–2019 рр. в Інституті зрошуваного землеробства (нині Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН). Визначення дії нового мікродобрива 5-й Елемент на ріст, розвиток, продуктивність рослин сої та на мікробіологічні процеси в ґрунті здійснювали шляхом проведення двохфакторного польового дослідження: Фактор А – сорти сої Панна і Святогор; Фактор В – способи застосування мікродобрива 5-й Елемент: контроль – без обробки мікродобривом 5-й Елемент, обробка насіння сої мікродобривом 5-й Елемент перед сівбою, внесення мікродобрива 5-й Елемент по вегетації культури, обробка насіння сої мікродобривом перед сівбою + застосування препарату по вегетації культури. Дослід закладали в чотирьохкратному повторенні. Площа ділянки – 21,6 м² (довжина – 12 м, ширина – 1,8 м). Агротехніка вирощування сої загальноприйнята для умов зрошення півдня України. Попередник — пшениця озима. Глибина основного обробітку ґрунту — 28–30 см. Навесні зроблено 2 боронування та 2 культивації. Під передпосівну культивацію внесено аміачну селітру – 1 ц/га. Мікродобриво 5-й Елемент застосовували згідно зі схемою дослідження. Сівбу проводили в кінці квітня на глибину 4–5 см сівалкою СКС-6-10, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягла 18,3°C. Після сівби до появи сходів внесено ґрунтовий гербіцид Екстра (4,5 л/га). Всього зроблено 6 поливів ДДА-100МА нормою 500 м³/га. Проведено статистичний аналіз отриманих результатів досліджень. Унаслідок проведення експерименту встановлено, що застосування мікродобрива 5-й Елемент позитивно впливало на схожість рослин сої та

проходження процесу азотфіксації. Стійкість до хвороб у рослин із внесенням мікродобрива 5-й Елемент за варіантами виявилась дещо вищою, ніж на контролі.

На ділянках з обробкою насіння сої мікродобривом 5 Елемент та обробкою насіння сої + внесення мікродобрива по вегетації рослин (перед цвітінням) однією рослиною була накопичена маса бульбочок більша за контрольний варіант на 0,29–0,28 г у сорту Панна та на 0,30–0,32 г у сорту сої Святогор. Кореляційний аналіз результатів дозволив отримати рівняння залежності врожайності насіння скоростиглого сорту сої Панна та середньостиглого сорту сої Святогор від величини маси бульбочок на рослині, де коефіцієнти кореляції їх становили $r = 0,72$, $r = 0,87$, відповідно, що підтверджує тісний зв'язок між цими показниками. Таким чином регулюванням формування бульбочок на рослині шляхом застосування мікродобрива 5 Елемент можна суттєво впливати на величину врожайності культури.

Останнім часом, одночасно з основними традиційними заходами підвищення продуктивності, дедалі більшого значення набуває розвиток екологічного землеробства, зокрема використання мікродобрив, здатних інтенсифікувати сільськогосподарське виробництво і зберігати родючість ґрунту.

У наших дослідженнях застосування мікродобрива 5-й Елемент не пригнічувало діяльність ґрунтових мікроорганізмів, зусиллями яких формуються в ризосферній зоні доступні рослинам поживні речовини та фізіологічно активні сполуки, що регулюють метаболізм та взаємовідносини між рослинами і мікроорганізмами. Максимальна їх активність проявлялась в середині вегетації сої у фазі цвітіння рослин незалежно від досліджуваного сорту. Дані свідчать, що застосування мікродобрива позитивно впливало на накопичення мікроорганізмів, що беруть участь у перетворенні азотних сполук у ґрунті у посівах сої сорту Панна.

При застосуванні мікродобрива 5-й Елемент отримано максимальний урожай насіння сої сортів Панна 3,27 т / га і Святогор 5,41 т / га у варіанті з обробкою насіння сої + внесення мікродобрив по вегетації рослин. Мінливість формування врожайності насіння сої залежно від сорту становила 75 %, від мікродобрива — 16 %. Найменше впливала взаємодія факторів — на рівні 5,7 %.

Таким чином, застосування мікродобрива сприяло кращому проходженню процесу азотфіксації, не пригнічувало дію мікроорганізмів у ґрунті, сприяло підвищенню врожайності сої сорту Панна скоростиглої та сорту сої Святогор середньостиглої груп стиглості, що сприятиме також поліпшенню деградованих воєнними діями ґрунтів.

УДК 355.01: 504(477)

ВПЛИВ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ НА СТАН ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ УКРАЇНИ ТА ШЛЯХИ ЙОГО ПОЛІПШЕННЯ

В. А. Гаврилюк, А. В. Долюк

Поліська дослідна станція ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Луцьк, Україна

gavrilyuk-v@ukr.net

THE INFLUENCE OF THE ARMED AGGRESSION OF THE RUSSIAN FEDERATION ON THE STATE OF THE SOIL COVER OF UKRAINE AND WAYS TO IMPROVE IT

V. Gavryliuk, A. Doliuk

An analysis of the impact of military aggression of the Russian Federation on the state of the soil cover of Ukraine are given. Ways of restoring the soil cover which destroyed as a result of military actions, improving the structure of the soil through the introduction of ameliorants and complex organo-mineral fertilizers made from local raw materials are proposed.

Родючі ґрунти — один із найбільших природних скарбів України, та й світу, адже третина світових чорноземів — це наша земля. Катастрофічним наслідком для ґрунтів є повномасштабна війна, що спровокована агресією російської федерації. Що призводить до знищення рослинного покриву, несвоєчасного збирання урожаю або і взагалі великих збитків через незбір культур, причиною якого є постійне бомбардування, випуски ракет та мінування території.

За розрахунками Української природоохоронної групи, від початку повномасштабного наступу росії приблизно 34 % території України становлять зони, які зазнали безпосередньої військової агресії (military aggression), де вже наявне, або є ризик системного порушення поверхневого шару ґрунтів або ж забруднення (мінами, нафтопродуктами, нерозірваними боєприпасами тощо).

Точно зрозуміло: чим довше триває війна, тим більше шкоди вона завдасть довкіллю, і тим більше наслідків ми матимемо в майбутньому. Це підтвердилося, хоч і в меншому масштабі, на початку цієї війни, 8 років тому, коли росія загарбала Крим і частини Донеччини та Луганщини. Як безпосередньо бойові дії, так і дії окупаційної адміністрації вплинули на природу цих регіонів. Можна спробувати прогнозувати якими будуть наслідки повномасштабного вторгнення. Забруднення ґрунтів (soil pollution) паливно-мастильними матеріалами (ПММ) та іншими нафтопродуктами відбувається унаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. У ґрунтах, просочених ПММ, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Внаслідок цього погіршується повітряний і водний режими та кругообіг поживних речовин, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє загибель.

За даними Державної екологічної інспекції, за перші п'ять місяців повномасштабного наступу росія завдала шкоди землі та ґрунтам на 85,5 млрд грн. Варто також відзначити наявну шкоду для агросектору від пошкодження сільськогосподарських угідь. Згідно з даними Київської школи економіки в «Огляді збитків від війни в сільському господарстві України», 50 % пошкоджень в агросекторі припадають саме на сільськогосподарські угіддя (мінне забруднення або пряме фізичне забруднення) і незібраний урожай.

Внаслідок військових дій, верхні найродючіші, шари ґрунту страждають найбільше і відновлюються найповільніше. Природний темп відновлення родючого шару ґрунту — один сантиметр за сто років. Вже зараз ми маємо планувати, як допомогти нашому ґрунту швидше відновитися після цієї війни.

Безумовно необхідно провести розмінування полів, які зазнали уражень; очистити територію від уламків; глибокі вирви засипати ґрунтовою масою та вирівняти поверхню.

А що ж далі? Насамперед оцінити якість і стан ґрунтів, провести аналіз вмісту важких металів, радіонуклідів та інших забрудників у ґрунтах.

Через ціновий диспаритет на мінеральні туки, насамперед використовувати як меліоранти (meliorants) та ґрунтополіпшувачі місцеві сировинні ресурси — сапропель, торф, фосфоритоносні агроруди,

комплексні ферментовані органічні добрива, до яких слід віднести й органіко-мінеральні добрива. Також можна вносити різні види компостів (вермикомпост, біогумус, постгрибний субстрат) і вологопоглинальні матеріали (глауконіт, бентоніт, сапоніт) та ін. Корисним буде внесення місцевих продуктів вторинної переробки — барди мелясної, дефекату, жому, сироватки, лігніну, дигестату після біогазової установки, відходів вирощування грибів, арахісу, какао бобів, виробництва кави, дріжджів, тирси, рослинних залишків, сидератів тощо.

Внесення таких добрив значною мірою поліпшує структуру ґрунту, підвищує його вологопоглинальні та вологоутримувальні властивості, активізує ґрунтообмінні процеси, сприяє його самоочищенню від шкідливих мікроорганізмів, а також поліпшує розвиток кореневої системи рослин, стимулює зростання і розвиток наземної частини рослин і т.п.

Доведено, що з органічною місцевою сировиною в ґрунт надходить складний комплекс різних за хімічним складом, ступенем стійкості та реакційною здатністю органічних сполук, що зумовлюють значний меліоративний потенціал поліпшувачів ґрунту. Залучення до виробництва поліпшувачів ґрунтів місцевих сировинних ресурсів різного генезису, впровадження технологій переробки для поліпшення їхніх меліоративних властивостей, дасть можливість отримати якісний продукт, збалансований за вмістом гумусових і поживних речовин.

Все це дозволить збільшити врожайність, що особливо важливо у післявоєнний період.

УДК 631.4 / 504

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА СТРУКТУРУ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

О. В. Гаськевич

Львівський національний університет природокористування, м. Львів, Україна
ogaskevych@gmail.com

THE IMPACT OF MILITARY ACTIONS ON THE SOIL COVER STRUCTURE

O. Haskevych

As a result of the war launched by Russia, significant damage was caused to the natural environment of Ukraine, including the soil. Taking into account the physical, chemical and biological degradation of soils, changes will also occur in the structure of the soil cover. The most likely it will be an increase in the fragmentation and complexity of the soil cover due to the appearance of areas of degraded soils, as well as an increase in its contrast and heterogeneity.

Втрати у війні людина оцінює, передусім, людськими жертвами або економічними збитками. Однак, не менш важкими і болючими можуть бути втрати, завдані довкіллю, адже негативні наслідки від цього відчутні впродовж тривалого часу, а відновлення природного середовища може тривати десятки або й сотні років. Щоб підкреслити важливість збереження довкілля у зонах бойових дій та як, власне один зі способів стримування воєнних дій, резолюцією Генеральної Асамблеї ООН від 05.11.2001 було задекларовано відзначати щорічно 6 листопада Міжнародний день запобігання експлуатації довкілля під час війн та збройних конфліктів.

Воєнні дії, які впродовж тривалого часу ведуться на території України, завдали значної шкоди не лише економіці країни, а й довкіллю. Змін, масштаби яких наразі достеменно важко оцінити, зазнали рослинний і тваринний світ, атмосфера, поверхневі води, а також ґрунти. Загалом збитки, завдані земельним ресурсам, зокрема й ґрунтам, за 7 місяців війни оцінюють у 407,3 млрд грн. Знищення ґрунтового покриву особливо небезпечно тим, що Україна є провідним постачальником аграрної продукції на світовий ринок, тому її ґрунти максимально залучені до сільськогосподарського використання. Зміни, що відбуваються у ґрунтах та ґрунтовому покриві, спровоковані війною, загрожують продовольчій безпеці України та поглиблюють продовольчу кризу у світі.

Загалом дослідники поділяють вплив воєнних конфліктів на ґрунт та три типи – фізичний, хімічний та біологічний. Фізичні зміни пов'язані з будівництвом фортифікаційних споруд, переущільненням ґрунту внаслідок проходження важкої техніки, а також вибухами бомб та снарядів. Хімічні зміни зумовлені потраплянням у ґрунт отруйних хімічних речовин (наприклад, фосфорорганічних, нітроароматичних тощо), радіоактивних речовин у місцях розриву снарядів, під час випробування та зберігання зброї, а також із забрудненням ґрунтів паливно-мастильними матеріалами у місцях дислокації техніки. Біологічну деградацію ґрунтів у зоні бойових дій розглядають, з одного боку, як наслідок фізичних та хімічних змін. З іншого боку забруднення ґрунту патогенними організмами може відбуватися цілеспрямовано внаслідок застосування різних видів біологічної зброї.

Попри фізичну, хімічну й біологічну деградацію ґрунтів, зумовлену веденням бойових дій, зберіганням, транспортуванням, випробуванням зброї, варто зазначити, що зміни окремих ґрунтових індивідів спричинюють і трансформацію ґрунтового покриву як просторового поєднання ґрунтів. Попри глибший аналіз тих змін, які відбуваються в окремих ґрунтах у регіонах воєнних конфліктів, недостатньо уваги приділено власне змінам структури ґрунтового покриву (СГП).

Виходячи з трактування змісту структури ґрунтового покриву та враховуючи характер тих змін (фізичних, хімічних, біологічних), які виникають у ґрунтах внаслідок воєнних дій, можемо очікувати такі зміни у СГП України у регіонах ведення активних бойових дій:

- Вибухи бомб та снарядів різного типу зумовлюють появу нових контурів деградованих ґрунтів або виходів ґрунтотворних порід на фоні тих ґрунтових контурів, які існували в минулому. Розмір ураження, за даними фахівців ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», коливається від 3,5 до 346 м². Наслідком цього стане зростання роздрібненості та складності ґрунтового покриву, поява плямистості.

- Формування мікрорельєфу у місцях розриву снарядів сприяє перерозподілу поверхневого стоку та може прискорити процеси водної ерозії. Це також є причиною виділення нових ґрунтових контурів та посилення складності ґрунтового покриву.

- Поява плямистості зумовлюватиме збільшення ступеня розчленування, ускладнення форми ґрунтових ареалів.

- Одночасно з посиленням геометричної складності зростатиме й контрастність, адже у суміжних ґрунтах посилюватимуться відмінності за гранулометричним складом, ступенем еродованості, забруднення.

З огляду на зазначені зміни можна констатувати, що бойові дії загалом призводитимуть до зростання неоднорідності ґрунтового покриву. Виразніше такі зміни проявлятимуться на рівні мікроструктури ґрунтового покриву збільшуватимуть строкатість окремих полів, що загалом призводитиме до зниження ефективності агротехнічних заходів. Відновлення ґрунтів, уражених воєнними діями, є тривалим та дороговартісним процесом, тому слід очікувати, що контрастність ґрунтового покриву зберігатиметься тривалий час.

Роботи з відновлення ґрунтового покриву можна розпочинати у тих, регіонах, де бойові дії припинилися і лише після ретельного розмінування. Для оцінювання стану ґґ та розробки наступних рекультиваційних заходів необхідно провести детальні обстеження із використанням як польових, так і дистанційних методів. На основі цих обстежень буде визначатися комплекс необхідних робіт – очищення від механічного сміття, вирівнювання території, фітомеліорація і ремедіація.

УДК 631.4+911.2

РИЗИКИ ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТІВ РАДІОАКТИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ ВНАСЛІДОК ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ

О. Ф. Гелевера

*Центральноукраїнський державний університет
імені Володимира Винниченка, м. Кропивницький, Україна*
olga.gelevera@gmail.com

RISKS OF SOIL CONTAMINATION BY RADIOACTIVE SUBSTANCES AS A RESULT OF ARMED AGGRESSION OF THE RF

Olha Helevera

Soil contamination with radioactive substances can occur not only as a result of the destruction of nuclear power plants but also as a result of radioactive dust due to explosions at uranium mine dumps and tailing dumps.

Під ризиками розуміємо ймовірність настання несприятливих для довкілля, зокрема, ґрунтового покриву, подій внаслідок воєнних дій. Небезпека радіоактивного забруднення існує внаслідок: руйнування греблі Київського водосховища, через що може піднятися радіоактивний мул, який утворився після катастрофи на Чорнобильській АЕС; потрапляння російської ракети чи її уламків в одну з АЕС України; пошкодження високовольтних ліній електропередачі, через що АЕС, може залишитися без електропостачання, яке має вирішальне значення для забезпечення роботи систем вентиляції та охолодження сховищ відпрацьованого ядерного палива; обстрілу території ННЦ «Харківський фізико-технічний інститут», де розташований ядерний реактор «Джерело нейтронів», який завантажено 37 ядерними паливними збірками; обстрілу ЦВО «Радон» у Києві, де є сховище радіоактивних відходів.

У Кіровоградській області є небезпека забруднення території радіоактивними речовинами внаслідок вибухів, пошкодження відвалів чи хвостосховища — тут накопичено значну кількість радіоактивних речовин. Зокрема, ДП «Східний гірничо-збагачувальний комбінат» накопичив 46513,985 тис. тонн відходів у хвостосховищі в балці «Щербаківська». На території шахти «Інгульська» існує вісім відвалів, де накопичено близько 7 млн тонн радіоактивної породи. Загальна площа, яка зайнята відвалами пустих та забалансових порід становить більше 260 тис. м² (26 га). Промайданчик шахти Інгульська розташований в 4-х км від обласного центру м. Кропивницького. Поблизу шахти знаходяться села Завадівка, Неопалимівка, Кізельгур, Сонячне та сільськогосподарські угіддя.

Рудний пил, який містить радіонукліди урану, утворюється безпосередньо під час видобування руди. Концентрація рудного пилу, залежно від часу, місця і вологості руди, особливо в межах териконів і біля самої шахти, змінюється у дуже широких межах від майже нуля, за відсутності гірничих операцій, до дуже високих значень після проведення численних вибухових робіт. Крім того, викид радіоактивних речовин здійснюється на висоті 9 метрів вертикально вгору, що значно збільшує їх радіус поширення.

У місцях видобутку уранових руд спостерігається значний вплив на ґрунтовий покрив території. Величезна площа угідь знаходиться під териконами.

Річний викид пилу від цього джерела становить 2,84 т. Оскільки через територію Інгульської шахти проходять залізнична колія, по якій вивозять уранову руду з території шахти до м. Жовті Води на подальшу переробку, та автодороги, які не захищені лісосмугами, площі забруднення збільшуються.

Досліджено вміст природних радіонуклідів у ґрунтах близько розташованих до території гірничого відводу Інгульської шахти та сільськогосподарських угідь на різних відстанях від шахти. Порівняно з контрольними значеннями, вміст радіонуклідів у ґрунтах перевищує рівень цих значень (K^{40} – на 2,4 %, Ra^{226} – на 37,5 %, Th^{232} – на 31,5 %, $A_{\text{сф}}$ – на 20,6 %). Для порівняльного аналізу було виконано контрольний замір ПЕД, що визначався на відстані 20 км у південно-західному напрямку від урановидобувного регіону, за відсутності джерел радіоактивності, у природній місцевості. Значення ПЕД пересічно становить 0,07-0,16 мкЗв/год., що дещо перевищує допустимий рівень. Допустимий рівень впливу радіації на населення становить 1 мЗв/рік згідно з нормами радіаційної безпеки (НРБУ-97). Якщо перевести з одиниць мЗв/рік в одиниці мкЗв/год., отримуємо: $1 \text{ мЗв/рік} = 0,12 \text{ мкЗв/год.}$

Дозиметричне обстеження біля відвалів пустої та бідної порід проводилось по периметру кожного відвалу на денній поверхні біля його основи на відстані 2-3 м від відвалу. Всі мінімальні значення ПЕД (крім відвалу №3) перевищують допустимий рівень, що свідчить про радіоактивне забруднення території біля підніжжя відвалів і неможливість використання цієї території у господарських цілях. Окрім того є небезпека рознесення радіоактивного пилу від відвалів природними (вітром, дощовими і талими водами) і техногенними (залізничним та автотранспортом) шляхами.

При проведенні досліджень у с. Неопалимівка біля дворів значення ПЕД коливались від 0,07 до 0,24 мкЗв/год. і пересічно становили 0,14 мкЗв/год. Під час проведення досліджень біля городніх ділянок було виявлено аномальну ділянку з великим гамма-випромінюючим фоном. Значення ПЕД досягали 390,4 мкЗв/год., що в 3000 разів перевищує допустимий рівень, мінімальне значення – 1,94 мкЗв/год., пересічно ця ділянка випромінює 43,4 мкЗв/год., що в 360 разів перевищує допустимий рівень. Ця ділянка знаходиться на відстані 40 м від найближчого будинку і на відстані 10 м від найближчого городу.

На інших досліджених ділянках біля городів с. Неопалимівка значення ПЕД коливались від 0,12 до 0,4 мкЗв/год і пересічно становили 0,19 мкЗв/год.

Отже, збройна агресія російської федерації значно збільшує ризики забруднення ґрунтів радіоактивними речовинами, що може відбутися не лише внаслідок руйнування підприємств атомної енергетики, а й унаслідок підняття радіоактивного пилу.

EVALUATION OF MICROBIAL CONSORTIA FOR DROUGHT TOLERANCE UNDER RAINFED SORGHUM

P. H. Gourkhede, M. S. Pendke, W. N. Narkhede

Vasantrao Naik Marathwada Krishi Vidyapeeth PARBHANI -431402 India

ОЦІНКА ПОСУХОСТІЙКОСТІ МІКРОБНИХ КОНСОРЦІУМІВ ПІД БОГАРНИМ СОРГО

П. Х. Гокхеде, М. С. Пендке, В. Н. Наркхеде

Описано умови проведення і результати експерименту з оцінки посухостійкості мікроорганізмів та їх впливу на стан поживних речовин, поглинання поживних речовин і врожайність сорго.

Field experiment entitled “Evaluation of microbial consortia for drought tolerance under rainfed sorghum” was conducted on AICRP for Dryland Agriculture research station at Vasantrao Naik Marathwada Krishi Vidyapeeth, Parbhani during Khari 2019. The aim of the experiment to evaluate the performance of microbial consortia for drought tolerance and to assess their effect on nutrient status, nutrient uptake and yield of sorghum. The experiment comprised of seven treatment viz. T1: Seed treatment of consortia (C1); T2: Soil application consortia (C1); T3: Seed treatment + Soil application of consortia (C1); T4: Seed treatment of consortia (C2); T5: Soil application of consortia (C2); T6: Seed treatment + Soil application of consortia (C2); T7: Absolute control.

The experiment was laid out in Randomize Block Design (RBD) and replicated thrice. The sowing sorghum was done by dibbling method on 16th June 2019. The application of microbial consortia and recommended dose of fertilizer applied at the time of sowing. Soil and samples were collected during dry spell period of 16 days at flowering and harvesting stage. Collected soil samples were processed in laboratory and analyzed for physicochemical, biological properties and total uptake of nutrient by sorghum.

From the result obtained during course study indicated that, microbial consortia C2 when applied through seed treatment along with soil application (T6) significantly enhanced the growth parameter and recorded maximum values of plant height – 164.20 and 210.26 cm; number of leaves – 10.86 and 13.50, chlorophyll content 7.06 and 6.20 mg g⁻¹ during flag leaf and dough stage of sorghum respectively. Treatment T3 i.e. seed treatment in conjunction with soil application of microbial consortia C2 was found at par with T6.

With application of T6, significant values of proline content in leaf noticed 0.86 and 1.29 during dry spell and harvest of crop respectively. Similarly maximum moisture content in soil noticed 25.00 and 19.61 percent during dry spell and harvesting stage respectively. Treatment T3 was found at par with T6.

The availability of nitrogen, phosphorus, potassium and DTPA extractable micronutrient (Zn, Fe, Mn, Cu) in soil significantly enhanced at flowering and harvesting stage with (T6) use of consortia culture C2 applied through seed treatment along with soil application. Which attributed to highest total uptake of N 70.98 Kg ha⁻¹, uptake of P 25.46 Kg ha⁻¹ and uptake of K 97.32 Kg ha⁻¹ respectively recorded with treatment T6. Similarly maximum uptake of DTPA extractable Zn, Fe, Mn and Cu were 1152, 1011, 92 and 599 g ha⁻¹ respectively noticed with T6, which was followed by T3.

Significantly highest grain and dry matter yield was recorded i.e. 2027 and 4966 Kg ha⁻¹ respectively in sorghum with T6. Treatment T3 was found at par to T6. Treatment T6 gave 17 percent more grain yield and 15 percent more straw yield over T3 (absolute control).

To mitigate the dry spell or water stress for sorghum crop use of microbial consortia culture (C2) should be applied through seed treatment along with soil application. That is the superior treatment followed by microbial culture C1 applied through seed treatment with soil application is the next best option.

УДК 355.012: 504.05: 504.53.062.4

МІЛІТАРНА ДЕГРАДАЦІЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ТА ШЛЯХИ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОРУШЕНИХ І ЗАБРУДНЕНИХ ЗЕМЕЛЬ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

Е. Г. Дегодюк¹, С. Е. Дегодюк¹, Ю. П. Борко¹, О. А. Літвінова²

¹ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Україна,

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

s.degodyuk@ukr.net

MILITARY DEGRADATION OF SOIL COVER AND WAYS OF REHABILITATION OF DISTURBED AND CONTAMINATED LANDS BECAUSE OF MILITARY ACTIONS IN UKRAINE

E. H. Dehodyuk, S. E. Dehodyuk, Yu. P. Borko, O. A. Litvinova

The catastrophic consequences of the environmental damage caused by Russia's war with Ukraine have been shown. The equivalence of funding for the restoration of infrastructure and the environment in the post-war reconstruction of the state is determined.

Воєнні дії російської федерації в Україні несуть катастрофічні наслідки не тільки для суспільства, а й для природи, що визначається правовою ознакою геноциду й екоциду. Сучасна технічно-модернізована війна несе руйнівну силу на порядок більшу, ніж попередні світові війни. Але, як і завше, екологія в ній – мовчазна жертва цієї війни. Сучасні воєнні дії несуть усі ознаки антропогенної деградації навколишнього природного середовища – фізичне знищення та фізичне забруднення ґрунтового покриву, хімічне, біологічне забруднення із загрозою радіоактивного зараження, погіршення якості води і атмосферного повітря. При цьому визначається прямий вплив війни на довкілля і непрямий – як наслідок прямого впливу.

За завданою шкодою природі екологічні злочини визначаються статтею 441 Кримінального кодексу України як екоцид: «Екоцид – масове знищення рослинного або тваринного світу, отруєння атмосфери і водних ресурсів та інших дій, що можуть спричинити екологічну катастрофу». Не спровокована війна, перш за все, несе фізичне знищення ґрунтового покриву, викликане появою вирв від вибухових снарядів, що повністю знищують гумусовий шар ґрунту.

Рекультивация земель від нанесених ран потребуватиме значної маси підстилаючих порід і, особливо, відновлення гумусового горизонту. На нашу думку, до цієї справи доведеться залучати річковий і ставковий мул, що будуть одержані у процесі відновлення басейнів малих річок, яке слід здійснювати разом із відродженням порушеної війною інфраструктури.

Інша екологічна проблема – фізичне забруднення довкілля, спричинене знищенням населених місць та появою величезної кількості будівельного сміття. Найгірший варіант – поповнення ним сміттєсховищ, що потребуватиме відведення для цього значних площ земельних угідь. Найкраще – включення сміття у процеси безвідходних технологій (повторене використання, полотно для нових доріг, дамб тощо).

До фізичного забруднення довкілля відноситься знищена техніка у регіонах бойових дій, фрагменти машин, уламки снарядів, бомб, мін та ін. За замінуванням наша земля посідає перше місце у світі. Реальну небезпеку довкіллю несуть металеві уламки з усіх континентів світу, які переповнюють наші землі, по перилам бойових дій.

Хімічне забруднення довкілля торкнулося всіх елементів наземних екосистем по всій території України, куди достає ворожа зброя. Адже вибухові заряди забруднюють довкілля чадним газом (CO), бурим газом (NO), закисами азоту (N₂O), нітратами (NO₃), ціанистою кислотою (HCN). Від потужних вибухів відбувається окиснення ґрунтів та рослинного покриву важкими металами, отруйними сполуками вуглецю, сірки, заліза і фосфору. Основну небезпеку для ґрунтового покриву несе як фізичне, так і хімічне забруднення, з окремими видами яких українська наука зіткнеться вперше. Величезні площі на території руйнувань забруднені нафтопродуктами і потребуватимуть ремедіації. У цій справі відділ агрохімії ННЦ «Інститут землеробства НААН» має технології біоремедіації шляхом агротехнічної, хімічної, мікробіологічної і фіто-меліорації.

В умовах війни різко ускладнюється ведення сільського господарства, особливо у районах і територіях, прилеглих до зон бойових дій. Вже на травень 2022 р. аграрний сектор України зазнав воєнних пошкоджень на суму 4,3 млрд дол.

Втрати від замінування і забруднення боєприпасами становлять 2,1 млрд дол. США, сільськогосподарської техніки пошкоджено на 1,0 млрд дол. США (дані ДУ «Інститут охорони ґрунтів»). Але українські хлібороби скоротили посівну площу на контрольованій території лише на 13,0 %.

Система застосування добрив за воєнного стану має свою специфіку, що полягає в ощадному застосуванні засобів хімізації. Зокрема, за внесення мінеральних добрив слід надавати перевагу рядковому удобренню зернових культур, а азотні добрива – шляхом проведення позакоревих підживлень, включаючи і водні розчини NPK у складі хелатизованих мікроелементів. Гуматні добрива також компенсують нестачу в азотному живленні рослин. При цьому внесення рідких добрив здійснюється у бакових сумішах із засобами захисту рослин. За браку комунікацій під час війни слід надавати особливу увагу застосуванню місцевих органічних добрив і побічної продукції рослинництва з компенсуючою дозою азоту для соломистих решток.

У післявоєнній перебудові на звільнених землях України нація повинна зосередити надзусилля не тільки для відбудови інфраструктури держави, а й на екологічне відновлення природи з рівнозначним виділенням коштів на відбудовні і відновні роботи. Цей процес повинен здійснюватися у науковому супроводі, для цього суспільство у післявоєнний період повинно надати фінансову і матеріальну допомогу вітчизняній науці на наукове забезпечення проектів створення гармонійної України у співдружності сталого розвитку й екології.

УДК 631.4:[551.4+528.9]:004.942

МОДЕЛЮВАННЯ В ІДЕНТИФІКАЦІЇ ТА ОЦІНЮВАННІ ҐРУНТІВ В АРЕАЛАХ ОКУПОВАНИХ ТЕРИТОРІЙ УКРАЇНИ

Ю. М. Дмитрук¹, В. Р. Черлінка^{1,2,3}

¹ЗВО «Подільський державний університет», Кам'янець-Подільський, Україна

²Університет Павла Йозефа Шафарика в Кошице, Словаччина

³EOS Data Analytics, USA

dmytruk.yur@gmail.com

MODELING IN THE IDENTIFICATION AND EVALUATION OF SOILS IN THE AREAS OF THE OCCUPIED TERRITORIES OF UKRAINE

Yu. M. Dmytruk, V. R. Cherlinka

A generalized description of areas that should be included in the number of victims of military operations is given. It was emphasized that for the determination of the qualitative composition of soils, it is necessary to select cartographic materials that will serve as the basis for further estimation. For this purpose, a predicative map of agro-production groups of soils of Ukraine was created, which characterizes the entire area of the country on a scale of 1:10000 and allows conducting a study of the qualitative composition of soils. The map shows all 222 agricultural groups of soils, which enables a more detailed evaluation than when using maps of other scales.

Активна фаза війни російської федерації проти України триває майже 8 місяців. Людство вперше у 21 столітті зіштовхнулося з вкрай варварськими діями російських окупантів – розстріли, катування, гвалтування мирних жителів, в т.ч. дітей та інвалідів, обстріли зі всіх наявних в Росії видів озброєння, бомбардування та мінування. Цілого ряду деструктивних впливів, як безпосередніх, так й опосередкованих зазнали та продовжують зазнавати ґрунти. До таких впливів, які призводять до прямих та побічних негативних наслідків відносяться: пересування підрозділів у зв'язку з військовими діями; військово-інженерні роботи з будівництва оборонних та інших об'єктів; розміщення військової техніки; тимчасова та довгострокова дислокація збройних сил; знищення військової техніки, оборонних об'єктів, складів тощо; знищення або руйнування господарських об'єктів (в т.ч. тих, які не використовуються у військових цілях), інфраструктури, природних об'єктів; різної інтенсивності пожежі; створення мінних полів і спрацювання боезапасів; масові захоронення.

Внаслідок війни постає чимало проблемних питань, на які необхідно шукати відповіді, а саме: як обліковувати весь спектр явних чи ймовірних потенційних впливів на земельні та ґрунтові ресурси, агровиробничу діяльність і загалом стан довкілля в Україні? Перспектива оцінити шкоду та збитки, завдані збройною агресією ґрунтовим ресурсам у повному обсязі з'явиться лише в умовах мирного часу. Проте, на нашу думку, вже зараз можна до територій, які постраждали чи ще постраждають від військових дій того чи іншого характеру, однозначно віднести всі окуповані (чи вже деокуповані) території. Це виділення носить безумовний характер і тому до облікованої території ми відносимо й територію АР Крим. Водночас є ряд ареалів, які теж мали би бути включені до числа постраждалих від військових атак, зокрема місця артилерійських і мінометних обстрілів, ракетних та авіаційних ударів тощо, але внаслідок існуючих обмежень на точну їх локалізацію, з міркувань секретності, чи розпорошеність таких даних, обраховувати їх в умовах воєнного стану, навіть приблизно, досить складно. Отож, у наших обчисленнях за зону безпосередньо чи потенційно вражених ґрунтів ми приймаємо весь ареал окупації. Варто зауважити й необхідність залучення найбільш детальних (наприклад <https://deepstatemap.live>), а не генералізованих карт територій окупації. Часто спостерігалися випадки просування ворога та боїв вздовж доріг, а відповідні джерела у таких випадках окреслюють всю територію, яка ймовірно істотно більша за зону реального перебування військ.

Окрім вищезначеної проблеми постає завдання виділення (ідентифікації) таких ареалів, в яких виділяються кілька менших, які стосуються як якісних, так і кількісних характеристик ґрунтового покриву, що зазнав військових імпаکتів. Зокрема, для оцінювання якісного складу ґрунтів необхідно обрати картографічні матеріали, які слугуватимуть основою подальшої оцінки. Наявні дрібномасштабні (> 1:1500000) та середньомасштабні (1:200000) карти внаслідок своєї генералізації мають низьку точність, яка не співвідноситься із існуючими даними для окупованих територій. Великомасштабні карти ґрунтів (1:10000 і більше) ніколи не були оцифровані і, відповідно, величезний обсяг роботи з їх сканування, георектифікації, дигіталізації та атрибутування (не враховуючи питань доступу до них) зараз не на часі.

Зрештою єдиним джерелом великомасштабної ґрунтової інформації могли би стати наявні у системі Держгеокадастру матеріали агровиробничого групування ґрунтів. Але, в умовах воєнного стану, відповідні джерела (наприклад, сайт Нормативної грошової оцінки земель сільськогосподарського призначення) заблоковані. Окрім того, ці матеріали покривають орієнтовно 40-45 млн га, тобто далеко не всю територію держави. Тому для оцінок нами використано побудовану предикативну карту агровиробничих груп ґрунтів України, яка в масштабі 1:10000 характеризує всю площу країни.

Вже створена нами карта дозволяє провести дослідження якісного складу ґрунтів (на карті показані власне всі 222 агровиробничі групи ґрунтів, що в рази більше для детального оцінювання за карти інших масштабів). На певному рівні достовірності вирішується і проблема кількісного складу, тому, що проведене моделювання в масштабі 1:10000 для всієї території держави дозволяє максимально точно оцінити ареали поширення різних таксонів ґрунтів для всієї території, яка є, чи була окупованою. Доцільно було б апробувати також наявні дані щодо кадастрової оцінки ґрунтів, які зазнали військових дій і мають максимальне розповсюдження на сьогодні. При надходженні нових даних щодо ареалів поширення імпаکتів внаслідок дій російських окупаційних військ, наявну інформацію про ґрунти можна досить оперативно актуалізувати.

УДК 504.056

THE INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON THE ENVIRONMENTAL CONDITION OF THE SOILS OF UKRAINE

S. V. Domuschy, V. I. Trigub

Odesa I.I. Mechnykov National University, Odesa, Ukraine

svetlanabochevar@ukr.net

ВПЛИВ ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ НА ЕКОЛОГІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ УКРАЇНИ

С. В. Домусчи, В. І. Тригуб

Актуальним завданням хімічного моніторингу залишається забруднення ґрунтів токсичними речовинами, зокрема важкими металами. Такий інтерес викликаний високою токсичністю сполук металів, їх здатністю накопичуватися і включатися в трофічні ланцюги. Відчутної та тривалої шкоди як родючим землям, так і ґрунтам у межах міст та інших населених пунктів завдають інтенсивні воєнні дії, які зараз ведуться на території нашої країни.

Найважливішим завданням у цих складних умовах є створення мережі екологічного моніторингу, яка б дозволила своєчасно виявляти першочергові екологічні проблеми кожного регіону і країни в цілому з метою своєчасного вжиття превентивних заходів щодо боротьби з екологічною катастрофою, що виникла внаслідок бойових дій.

Soil contamination with toxic substances, including heavy metals, remains an urgent task of chemical monitoring. Such interest is caused by the high toxicity of metal compounds, their ability to accumulate and be included in trophic chains. Usually, the soil is assessed for the level of contamination with compounds Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, Cu, As, Mn, Al, V, Fe, which entered the soil as a result of man-made activities. More significant and long-term damage to both fertile lands and soils within cities and other settlements is caused by the intensive military operations that are currently being conducted on the territory of our country.

Recently, in the scientific works of domestic scientists, more and more attention is paid to the study of the ecological state of the territories that were subjected to intensive military operations. Thus, the work of Ostapenko N., Bondarenko L., Kyrychenko V. (2019) highlights the ecological consequences of military operations in the man-made and accumulated territories of eastern Ukraine. The ecology of Donbas before and after military operations and the impact of military operations on the environment are described in the work of S. Ignatenko and V. S. Lyashova (2016). The study of the content of heavy metals in the soil in the territories of hostilities was carried out by the employees of the Donetsk National University and the Donetsk Botanical Garden. Scientists, using standard methods, evaluated the comparative content of gross and mobile forms of 11 toxic metals (Cd, Pb, Sr, Mo, Zn, Cu, Ni, Co, Ga, Mn, Tl) in soils "damaged" by artillery shelling of the Saur-Mohyla burial mound (Donbas) and the soil of the city lawn of Donetsk.

Unfortunately, this year our country again found itself in a crisis situation. So, on the Internet, you can find a satellite image of the agricultural land of the Izyum district.

Specialists of the Ukrainian nature protection group counted more than 2,000 shell holes of various calibers in this study area. According to ecologists, about 50 tons of iron, 1 ton of sulfur compounds, and 2 tons of copper entered the soil per 1 km² of field.

A similar situation on agricultural lands is observed in large areas of Mykolaiv region, Kherson region, Kharkiv region, and Luhansk region.

In addition to physical damage to the soil, the second problem is its chemical damage. Any ammunition explosion is a chemical reaction. The main chemical part of the projectile enters the environment: part into the air, part immediately into the soil. Thus, aluminum, copper, and other heavy metals enter the soil. During the oxidation of explosives, sulfur and nitrogen enter the air and soil.

It is sulfur that is the most toxic for soils, because during the formation of dew, fog, sulfur becomes sulfuric acid, which destroys all life that forms the soil (plants, microorganisms, soil biota). If certain crops are planted even after detonation, the grown crop will be extremely dangerous to consume, as there will be heavy metals in this soil, which will later migrate into the plants and further down the food chain.

As mentioned above, heavy metals are the most common among numerous "war" soil pollutants. In the territories of intensive combat damage, there is a significant increase in the levels of mercury, arsenic, zinc, and cadmium in the soil. The actual content in these soils exceeds the background values by 15-30 times. Systematically increased content (6-8 times) of nickel, lead, barium, phosphorus. And in 35% of the samples, the background values of these elements were exceeded by more than 100 times.

Surface contamination of the soil is able to pass from its upper horizons deep into the ground water, and then migrate over considerable distances. Considering the distribution of heavy metals in the "soil-plant" system, consumption of products grown in such zones poses a threat to human health. Thus, without conducting additional research on these areas with agricultural production, it is necessary to "wait".

In order to "neutralize" these soils, Svyatoslav Balyuk suggests first giving them a special status, and only then looking for ways of "revival". It will take a long time to restore war-damaged lands. Surveying and demining alone will take at least a decade.

One of the options mentioned by scientists is to plant land with plants capable of absorbing heavy metals; the other is afforestation of such lands. Thus, according to Oleksiy Vasyliuk, it is necessary to remove the soil damaged by the war from cultivation and give it to nature for self-regeneration. France did the same. The territory of the Battle of Verdun, where especially large-scale battles took place during the First World War, was called the "Red Zone". Until now, it is forbidden to engage in agriculture on this territory.

Thus, the most important task in these difficult conditions is the establishment of a network of environmental monitoring, which would allow timely identification of priority environmental problems of each region in particular and the country as a whole in order to take timely preventive measures to combat the environmental disaster that has arisen as a result of current military actions.

УДК 631.4

РЕКУЛЬТИВАЦІЯ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ЗА ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ: ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ, НОРМАТИВНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Л. В. Єтеревська, Г. Ф. Момот*, В. В. Шимель

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна

*utga-c@ukr.net

RECONSTRUCTION OF LANDS DISRUPTED DURING THE MILITARY AGGRESSION OF THE RUSSIAN FEDERATION: TECHNOLOGICAL ASPECTS, REGULATORY SECURITY

L. V. Yeterevska, G. F. Momot, V. V. Shimel

Consequences of ground cover disturbance as a result of military actions, types of degradation, approaches to the technical stage of reclamation of disturbed lands, ways of solving the problem at the state level are discussed.

На сьогодні необхідність повернення в господарський обіг порушених земель закріплена законодавчо Земельним кодексом України, законами України «Про охорону земель», «Про державний контроль за використанням та охороною земель», «Про охорону навколишнього природного середовища» і регламентується національними стандартами України. Рекультивація земель проводиться за розробленими проектами землеустрою відповідно «Правил розроблення робочих проєктів землеустрою» (затверджених Постановою Кабінету Міністрів України від 02.02.2022 р. № 86). Напрямо подальшого використання рекультивованих земель має передбачати досягнення економічно доцільного та екологічно безпечного рівня віддачі з одиниці площі цих земель, зокрема використанням екосистемного підходу. Проте вирішення питання

рекультивації земель, порушених внаслідок проведення військових дій, цими документами не регламентовано, в країні відсутня практика відновлення таких земель.

Внаслідок військової агресії російської федерації ґрунти України зазнали масштабної руйнації, особливо у зонах активних бойових дій. Ґрунтовий покрив порушено внаслідок розриву мін, артилерійських снарядів — утворено вирви різного розміру із різною щільністю розповсюдженості на земельній ділянці. Ґрунти зазнали переущільнення, забруднення, засмічення. Ґрунти земельних ділянок зазнали деградаційних змін: механічної (порушення ґрунтового профілю, винос на поверхню та перемішування ґрунтової маси та ґрунотворної породи, розповсюдження на територію, яка перевищує в декілька разів площу порушення), фізичної (ущільнення, знеструктурення); хімічної (забруднення), фізико-хімічної (дегуміфікація, підкислення, підлуження); біологічної (зменшення біорізноманіття), що потребує розробки комплексних заходів щодо їх відновлення та визначення напрямів подальшого використання.

Відновлення цих земель повинно відбуватись після повного завершення воєнних дій, розмінування території, виконуватись згідно з робочими проєктами землеустрою щодо рекультивації порушених земель. Необхідно використовувати картографічні матеріали, створені шляхом дешифрування космічних знімків, з метою уточнення площ порушених внаслідок воєнних дій земель для проведення детального ґрунтово-агрохімічного обстеження, визначення технологічних прийомів рекультивації земель, напряму подальшого використання та обсягу робіт з їх охорони. Технологічні прийоми рекультивації і напрям подальшого використання порушених земель проєктуються залежно від характеру порушення, агрохімічних і фізичних властивостей ґрунтів та рельєфу.

Ґрунтово-агрохімічне обстеження порушених земель (вирв, ґрунтової маси та ґрунтосуміші, що вивернуто на поверхню, і прилеглих територій) повинно включати отримання їх хімічної характеристики щодо вмісту органічної речовини, рухомих сполук фосфору і калію, токсичних речовин, засоленості, кислотності, а також визначення гранулометричного складу.

У разі наявності токсичних сполук або речовин у складі ґрунтової маси та/або ґрунтосуміші, що вивернуто на поверхню, в процесі технічного етапу рекультивації пропонується покласти їх в основу вирви, нанести екрануючий шар,

який орієнтовно дорівнює: для глин (ущільнених) — 0,4...0,5 м, пісків — 0,5...1,0 м, супісків — 1,0...1,5 м, суглинків — 1,5...3,0 м, створити родючий кореневмісний шар, потужність якого становить (після усадки) не менше: для ріллі — 1,0 м (в тому числі ґрунтова маса — 0,3 м); сіножатей — 0,7 м (в тому числі ґрунтова маса — 0,1 м); лісових насаджень: господарського призначення — 2,0 м, озеленувальних — 1,5 м. При цьому потужність та структура рекультиваційного шару повинні визначатися як залежно від властивостей сумішей порід на рекультивованих ділянках, так і від типу водного режиму, який характерний для земельних ділянок після завершених меліоративних робіт. Так, за непромивного водного режиму території рекомендується зменшити потужність екрануючого шару (до 0,2...0,3 м), а за випітного — збільшити або утворити спеціальний шар для розриву капілярів.

У разі відсутності токсичних речовин у ґрунтосуміші пропонується послідовна пошарова засипка, зокрема, для вирв глибше 1 м – спочатку піском, для уникнення просадкових явищ до глибини 1 м від поверхні землі, наступний шар — ґрунтотворна порода до глибини 40-60 см від поверхні, потім ґрунтова маса та/або порода, що вивернута на поверхню або за можливості ґрунтова маса, що відібрана з прилеглої лісосмуги (за наявності) або з орного шару непорушеної частини цієї земельної ділянки; для вирв глибиною менше 1 м (залежно від об'єму вивернутої породи і ґрунту) — прошарок піску, ґрунтова маса та/або порода, що вивернута на поверхню, за можливості ґрунтова маса, що відібрана з орного шару непорушеної частини цієї земельної ділянки або прилеглої лісосмуги.

Після проведення технічного етапу рекультивації земель пропонується провести повторне ґрунтово-агрохімічне обстеження території для визначення ступеню погіршення стану ґрунту та розробки заходів з його подальшої біологічної рекультивації або консервації. У разі необхідності через 2-5 років — відновлення ґрунтового покриву шляхом додавання ґрунтової маси в місцях просадок та вирівнювання поверхні.

Для відновлення земель, порушених внаслідок військової агресії російської федерації, необхідно провести їх інвентаризацію, методологічно та інституційно забезпечити заходи з рекультивації, консервації земель, визначити та реалізувати відповідні пілотні проекти очищення та рекультивації земель.

Для вирішення проблеми відновлення порушених земель, визначення напрямів подальшого їх використання потрібно додати зміни та доповнення до законодавчих і нормативно-правових актів України: Земельного кодексу України, Закону України «Про охорону земель», Порядку консервації земель, Правил розроблення робочих проєктів землеустрою, розроблення стандартів, настанов, регламентів, державних цільових програм, безумовно, з залученням міжнародного досвіду.

УДК 631.4:[504.61:355.01](477.52)

ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВМІСТ НАФТИ ТА НАФТОПРОДУКТІВ У ҐРУНТАХ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

**С. І. Жученко¹, В. О. Сироватко¹, О. М. Грищенко², С. А. Романова²,
С. Г. Міцай³**

¹Дніпропетровська філія ДУ «Держґрунтохорона»,
с. Дослідне, Дніпропетровська обл., Україна

²Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України», м. Київ, Україна

³Сумська філія ДУ «Держґрунтохорона», с. Сад, Рівненська обл., Україна
grischenkoel@ukr.net

THE INFLUENCE OF COMBAT ACTIONS ON THE CONTENT OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN THE SOILS OF THE SUMY REGION

S. Zhuchenko, V. Syrovatko, O. Hryshchenko, S. Romanova, S. Mitsai

The ecological danger of military actions on the territory of Ukraine is highlighted. The results of experimental studies of the content of oil products in 10 soil samples taken from agricultural lands of the Sumy and Okhtyr districts of the Sumy region are presented. Three samples - from the places where air bombs fell, 7 - from the places of broken military equipment.

Based on the results of the research, it was established that the content of petroleum products at soil sampling points in the combat zone varied from 61.88 to 15,476.1 mg/kg of soil, outside the combat zone — from 35.01 to 44.25 mg/kg of soil. Exceeding the background level of the content of oil products was noted in all soil samples. The average zinc content in the samples from the battlefields is 113.6 times higher than the background value. As a result of the conducted research, an excess of temporary permissible concentration was found in four soil samples taken in the war zone.

Воєнні дії, які вже понад сім місяців тривають в Україні, завдали непоправної шкоди навколишньому середовищу. Тисячі гектарів родючих українських земель зазнали механічного пошкодження та хімічного забруднення.

Одними з найнебезпечніших речовин, які потрапляють до ґрунтів у зоні військового конфлікту є нафта та нафтопродукти, які займають одне з перших місць за ступенем негативного впливу на навколишнє середовище і ґрунтовий покрив. Забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами відбувається внаслідок руху та пошкоджень сухопутної військової техніки. У ґрунтах, просочених паливно-мастильними матеріалами, знижується водопроникність, витісняється кисень, порушуються біохімічні та мікробіологічні процеси. Внаслідок цього погіршується водний і повітряний режими та кругообіг поживних речовин, порушується кореневе живлення рослин, гальмується їх ріст і розвиток, що спричиняє їх загибель.

Вуглеводні нафти здатні розчиняти низку інших забруднювальних речовин, таких, як пестициди і важкі метали, які, разом із нафтою, концентруються у поверхневому шарі ґрунту та ще більше отруюють його.

Мета дослідження — визначення впливу воєнних дій на рівень забруднення ґрунтів нафтопродуктами. Об'єктом досліджень слугували проби ґрунтів, відібрані на землях сільськогосподарського призначення Сумського та Охтирського районів Сумської області. Три проби ґрунтів відібрано з місць падіння авіабомб (проба 1 — с. Сад Сумського району; 9 — с. Климове; 10 — м. Охтирка Охтирського району) та сім проб взято з місць розбитої військової техніки (проба 2 — с. Косівщина; 3 — с. Старе село; 4 — с. Низи; 5 — с. Верхня сироватка Сумського району; 6 — с. Боромля; 8 — с. Білка; 7 — м. Тростянець Охтирського району). Контрольні (фонові) проби було відібрано з неуразених місць, за 100 м від точки ураження з ґрунту того самого типу.

Уміст нафтопродуктів у ґрунті визначали відповідно до ДСТУ ISO/TR 11046:2001. Оцінку екологічного стану ґрунтів за вмістом нафтопродуктів проводили шляхом порівняння їх умісту у порушеному внаслідок бойових дій ґрунті з умістом у ґрунті, відібраному поза зоною бойових дій та з тимчасово допустимою концентрацією (ТДК), яка становить 4000 мг/кг ґрунту. Відповідно до ТДК розроблено градації забруднення ґрунтового покриву нафтопродуктами: незабруднені ґрунти — до 1500, слабе забруднення — 1500–5000, середнє забруднення — 5000–13000, сильне забруднення — 13000–25000, дуже сильне забруднення >25000 мг/кг ґрунту.

За результатами проведених досліджень встановлено, що вміст нафтопродуктів у точках відбирання проб ґрунтів у зоні бойових дій варіював від 61,88 до 15476,1 мг/кг ґрунту, поза зоною — від 35,01 до 44,25 мг/кг ґрунту. Перевищення фонових рівнів вмісту нафтопродуктів відмічено в усіх пробах ґрунту. Середній вміст цинку у пробах з місць бойових дій у 113,6 рази перевищує фонове значення (табл.). Найвищий ступінь забруднення ґрунтового покриву виявлено у пробах ґрунту 2, 3, 4 та 8, відібраних з місць згорілої техніки, вміст нафтопродуктів у яких перевищує фонове значення від 127,7 до 363,5 рази. Найнижчий вміст нафтопродуктів та найменшу різницю з фоновими значеннями виявлено у місцях падіння авіабомб (проби 9 і 10) та в пробі 7 — з місця згорілої техніки.

Відповідно до градації проби ґрунту 5, 6, 7, 9 і 10, відібрані у зоні впливу бойових дій, можна віднести до незабруднених; 1 — до слабо забруднених; проби ґрунту 4 та 8 — до середньо забруднених. Лише проби ґрунту 2 і 3 характеризувалися сильним забрудненням.

Таблиця. Уміст нафтопродуктів у зразках ґрунтів, відібраних у місцях бойових дій Сумського та Охтирського районів Сумської області

Проба ґрунту	Уміст нафтопродуктів, мг/кг ґрунту			
	у зоні впливу бойових дій	поза зоною впливу бойових дій (фонове значення)	± до фонових значення	% до фонових значення
1	1695,92	35,27	1660,65	4708
2	15282,05	42,04	15240,01	36251
3	15476,10	44,25	15431,85	34874
4	5472,52	41,17	5431,35	13192
5	900,07	35,78	864,29	2416
6	536,69	35,01	501,68	1433
7	61,88	44,12	17,76	40
8	5046,48	39,53	5006,95	12666
9	201,46	40,49	160,97	398
10	69,29	36,26	33,030	91
Середнє значення	4474,2	39,40	4434,9	11258
Стандартна помилка	1922,9	1,14		
Середньоквадратичне відхилення	6076,4	3,60		
Коефіцієнт варіації	135,8	9,1		
Min	61,88	35,01		
Max	15476,1	44,25		

У результаті проведених досліджень виявлено перевищення ТДК у чотирьох зразках ґрунту (2, 3, 4, 8), відібраних у зоні бойових дій.

Значно вищий коефіцієнт варіації вмісту нафтопродуктів у зоні бойових дій (135,8 %), порівнюючи з коефіцієнтом варіації показника поза зоною бойових дій (9,1 %), може свідчити про інтенсивність впливу негативного чинника на ґрунтовий покрив.

З метою недопущення негативних наслідків для ґрунтів та ґрунтової біоти необхідно проводити ретельний моніторинг площ ґрунтів, забруднених у результаті бойових дій, що дозволить своєчасно вживати заходів для їх відтворення та реабілітації, а також встановити межі забруднених ділянок для їх відновлення.

УДК 631.4

КАРТОГРАФУВАННЯ ТА ГІС-АНАЛІЗ ҐРУНТОВИХ РЕСУРСІВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ В ЗОНІ ВОЄННИХ ДІЙ

Ю. В. Залавський

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського»,*

м. Харків, Україна

yurazzz1984@gmail.com

SOIL MAPPING AND GIS-ANALYSIS OF THE KHARKIV REGION IN THE MILITARY ACTIONS ZONE

Yu. Zalavskiy

The general area of military operations in the Kharkiv region of Ukraine is described. The area of the lands structure in the war zone is shown. The total area of soil resources was determined and the areas were separated by soil types in the national classification of the war zone at the regional level. Analyzed and established, which soil types are most common and, accordingly, most likely to be damaged.

24 лютого 2022 року росія розпочала масштабне вторгнення до України. Російські війська відкрили інтенсивні обстріли на сході країни, перетнули північно-східні кордони, а також нанесли ракетно-бомбові удари по військових, інфраструктурних та цивільних об'єктах майже на всій території України. Більше семи місяців тривають активні воєнні дії. В цей час окрім цивільного населення,

інфраструктури та інших громадських об'єктів під впливом воєнних дій опинився й один з найголовніших скарбів держави – ґрунти України. Якщо підрахувати збитки, завдані руйнуванням, забрудненням, ущільненням ґрунтів тощо, то, вони будуть не менші аніж пошкодження елементів соціальної інфраструктури. Це – велика проблема, адже Україна є провідною аграрною державою із великою кількістю сільськогосподарських земель (42,7 млн га). Основна мета дослідження – проаналізувати та оцінити ґрунтові ресурси, що опинилися в зоні воєнних дій на території Харківської області із застосуванням ГІС.

Оцінювання проведено за двома основними геоінформаційними джерелами, а саме — онлайн картою бойових дій DeepStateMap та цифровою картою ґрунтово-екологічних ресурсів Харківської області, а також з використанням відкритих даних Харківської обласної військової адміністрації. DeepStateMapLive є інтерактивною онлайн картою бойових дій в Україні, яка дає можливість слідкувати за перебігом бойових дій російсько-української війни, за розташуванням російських підрозділів та їх пересуваннями. Карту «Ґрунтово-екологічні ресурси Харківської області», створено за допомогою програмних засобів ГІС відділом ґрунтових ресурсів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» в 2021 році. Базовим масштабом карти є 1:250 000, де представлено 35 типів та підтипів ґрунтів (за сучасною класифікацією ґрунтів України), що знаходяться в адміністративних межах області.

Так, в результаті підрахунку та аналізу, орієнтовна площа активних воєнних дій у Харківській області (без урахування місць окремих ракетних ударів в інших частинах адміністративної межі) становить приблизно 1 264 610 га (або 12,6 тис. км²), тобто, близько 40 % від загальної площі області (31,4 тис. км²). Зона воєнних дій охоплює території 5-ти (із 7-ми) адміністративних районів та 29-ти (з 56-ти) територіальних громад Харківської області. За даними карти ґрунтово-екологічних ресурсів із загальної площі воєнних дій припадає на: водойми — 21,8 тис. га; населені пункти — 124,0 тис. га; ліси — 146,9 тис. га; ґрунти сільськогосподарських угідь — 971,9 тис. га. Це вказує на те, що саме площа активно використовуваних ґрунтів займає більшу частину зони воєнних дій і становить 77 % від площі всієї зони та 31 % від загальної площі Харківської області відповідно.

Проведено геостатистичний аналіз ґрунтових контурів на карті ґрунтово-екологічних ресурсів — виокремлено вибірку ґрунтів, що знаходяться в зоні воєнних дій, визначено типи та підтипи ґрунтів, розраховано та узагальнено площу під ними.

Встановлено, що в зону воєнних дій у Харківській області потрапило 30 ґрунтів із загального списку 35-ти (Таблиця). Тобто 85 % номенклатури ґрунтового різноманіття опинилося в зоні гіпотетичного ураження.

Таблиця. Площі ґрунтів сільськогосподарських угідь у зоні воєнних дій у Харківській області

Назва ґрунту	Площа тис. га
Чорноземи типові середньогумусні	439,40
Чорноземи опідзолені	151,36
Чорноземи звичайні середньогумусні глибокі	119,47
Чорноземи звичайні середньогумусні	117,08
Темно-сірі опідзолені	24,17
Лучні	23,18
Чорноземи звичайні на щільних глинах	16,09
Лучно-чорноземні солонцюваті	13,72
Чорноземно-лучні солонцюваті	11,23
Чорноземні глинисто-піщані і супіщані	8,57
Лучно-болотні солонцюваті	6,67
Чорноземи звичайні солонцюваті на щільних глинах	6,45
Чорноземи карбонатні на елювії щільних карбонатних порід	5,17
Псаммоземи	4,76
Болотні солонцюваті	4,02
Виходи порід	3,12
Дернові опідзолені на давньоалювіальних відкладах	3,12
Лучні солонцюваті	3,07
Сірі лісові	3,04
Лучно-болотні	2,16
Чорноземно-лучні	1,84
Лучно-чорноземні	1,34
Солоді та солоді лучно-чорноземні (в комплексі)	1,22
Дернові опідзолені оглеєні	0,44
Чорноземи звичайні малогумусні	0,34
Болотні	0,32
Лучно-чорноземні глибоковилуговані (осолоділі) ґрунти западин	0,19
Чорноземи звичайні переважно щебенюваті на елювії пісковиків	0,17
Торфувато-болотні	0,14
Торфовища низинні	0,05

Варто виділити основні типи (підтипи) ґрунтів, частка яких є найбільшою у зоні ураження: чорноземи типові середньогумусні — 45,2 %; чорноземи опідзолені — 15,6 %; чорноземи звичайні середньогумусні глибокі — 12,3 %; чорноземи звичайні середньогумусні — 12,0 %; всі інші — 14,9 %.

Результати геостатистичного аналізу картографічних даних показали:

- Тільки в Харківській області 12,6 тис. км² території опинилося в зоні воєнних дій (що можна порівняти з площею країни, наприклад, Чорногорії);
- Ґрунти сільськогосподарських земель є найбільш постраждалим компонентом, адже займають більше 85 % зони ураження;
- Серед ґрунтів, що опинилися в зоні воєнних дій, значну частину (більше 87 %) становлять чорноземи типові, звичайні, опідзолені та темно-сірі опідзолені ґрунти — так звані, «black soils» за визначенням INBS та FAO, із великим умістом органічного вуглецю, які є найродючішими ґрунтами України.

УДК : 631.44

ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ВИВЧЕННЯ ПРОСТОРОВОЇ СТРУКТУРИ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ

Р. В. Карпенко

Дніпропетровський державний університет внутрішніх справ,

м. Дніпро, Україна

karpenkoroma1991@ukr.net

THEORETICAL AND METHODOLOGICAL BASIS OF THE STUDY OF THE SPATIAL STRUCTURE OF THE SOIL COVER

R. V. Karpenko

The study of the structure of the soil cover is considered one of the relevant areas of research in modern soil geography. The soil cover has a complex, mosaic spatial structure, which is a manifestation of the genetic diversity of soils, the peculiarities of their territorial location, the relationships between individual types, and topological-metric characteristics. A detailed study of the structure of the soil cover of the region allows us to understand the regularities of the soil formation process, to identify the factors of pedogenesis and to establish the degree of their influence on the formation of soil diversity, to build large-scale soil maps. The long-term process of scientific knowledge of zonal-provincial patterns of soil distribution in space was separated in soil geography into an independent study of the spatial structure of the soil cover.

Вивчення структури ґрунтового покриву вважається одним із актуальних напрямів досліджень у сучасній географії ґрунтів. Ґрунтовий покрив має складну, мозаїчну просторову структуру, яка є проявом генетичного різноманіття ґрунтів, особливостей їх територіального розміщення, взаємозв'язків між окремими типами та тополого-метричних характеристик. Детальне дослідження структури ґрунтового покриву регіону дозволяє зрозуміти закономірності процесу ґрунтоутворення, виявити чинники педогенезу та встановити ступінь їх впливу на формування ґрунтового різноманіття, побудувати великомасштабні ґрунтові карти. Тривалий процес наукового пізнання зонально-провінційних закономірностей поширення ґрунтів у просторі виокремився в географії ґрунтів у самостійне вчення про просторову структуру ґрунтового покриву.

У світлі сучасних уявлень ґрунт – основний самостійний природний ресурс, компонент біосфери; обмежений, незамінний і важковідтворюваний природний ресурс; надзвичайно складне, неоднорідне, варіабельне середовище; виконує різноманітні функції. Нині у світі утверджується розуміння ролі та значення ґрунтового покриву, приймають відповідні конвенції, програми. Підвищена увага до ґрунтів, їх охорони спричинена сучасним станом ґрунтів, тенденціями до їх змін, ролі в забезпеченні продовольством і виконанні екологічних функцій. Результати аналізу останніх досліджень і публікацій свідчать, що наразі проблему сталого управління ґрунтами активно вивчають зарубіжні вчені. Дослідження на підтримку сталого управління ґрунтом потребують міждисциплінарного підходу до трьох взаємопов'язаних завдань: 1) розуміння впливу управління ґрунтом на ґрунтові процеси та функції ґрунтів; 2) оцінювання впливу управління ґрунтом на сталість, враховуючи неоднорідність геофізичних і соціально-економічних умов; 3) формування системного розуміння рушійних сил і обмежень ухвалення рішень фермерами щодо управління ґрунтами, а також того, як інструменти управління, взаємодіючи з іншими рушійними силами, можуть спрямовувати стале правління ґрунтом. Аналізуючи ґрунтовий покрив України, можна виділити такі його просторові особливості: різноманітність ґрунтів (40 типів і понад 800 ґрунтових видів), неоднорідність ґрунтів у межах малих ареалів (полів);

унікальність ґрунтового покриву – наявні понад 60 % ґрунтів чорноземного типу ґрунтоутворення, що мають високу потенційну родючість (8–9 % світових площ); широке поширення малопродуктивних і деградованих ґрунтів (до 15 млн га); недостатнє інформаційне забезпечення стану ґрунтів, ґрунтового покриву; наявність особливо цінних ґрунтів, площі яких становлять близько 4,0 млн га, які потребують особливої уваги та контролю, аж до повної заборони агротехнологій, що призводять до деградації ґрунтів, проте, на жаль, вони не стали об'єктом «особливої охорони держави». Основними напрямками (заходами) досягнення стратегічних цілей сталого управління ґрунтовим органічним вуглецем визначено такі :

1. Збільшення надходження органічної речовини до ґрунтів сільськогосподарських угідь за рахунок: - підвищення врожайності сільськогосподарських культур; - зміни структури посівних площ зі збільшенням частки бобових, включення до сівозмін сидеральних культур; - стимулювання розвитку тваринництва, у тому числі створення громадських сіножатей і пасовищ; - стимулювання розширення виробництва та застосування органічних добрив, у тому числі з вторинної органічної сировини (переробка відходів на добрива) та місцевих природних ресурсів (сапропелі, торф, компости); - стимулювання розвитку біологічного землеробства.
2. Запобігання/мінімізація втрат органічної речовини ґрунтів сільськогосподарських угідь шляхом: - упорядкування орних земель через виведення з ріллі схилів крутістю понад 7 градусів та інших непридатних для розорювання угідь, консервації деградованих земель; - збереження, покращення стану наявних і створення нових полезахисних лісосмуг та інших захисних насаджень, включаючи передачу їх ефективним землекористувачам; - упровадження ґрунтоохоронних технологій, зокрема мінімального та нульового обробітку ґрунту; - запобігання випалюванню рослинності та її залишків на полях, насамперед – стерні.

2. Удосконалення нормативно-правового, інформаційного й організаційного забезпечення, включаючи: - прийняття та реалізацію нормативно-правових актів з питань: економічного стимулювання раціонального використання та охорони земель, збереження ґрунтів і відтворення їхньої родючості; удосконалення контролю та посилення відповідальності власників землі та землекористувачів за погіршення стану земель і ґрунтів; - розроблення та впровадження стандартів і регламентів у сфері управління органічною речовиною ґрунту, виробництва та застосування органічних добрив.

УДК 502.8

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ РОСІЙСЬКОЇ ВІЙСЬКОВОЇ АГРЕСІЇ НА ДОВКІЛЛЯ УКРАЇНИ

О. В. Квашук

*ВСП Уманський фаховий коледж технологій та бізнесу УНУС,
м. Умань, Україна
s.olena.v12@gmail.com*

STUDY OF THE IMPACT OF RUSSIAN MILITARY AGGRESSION ON THE ENVIRONMENT OF UKRAINE

O. V. Kvashuk

The impact of military operations on the environment is analyzed. It is noted that Ukraine will not be able to overcome a large part of the damage to the environment for many years, or these consequences may become inevitable. Environmental restoration is expensive and technically difficult. It was emphasized that the priority task is to develop a methodology that will be used to calculate the damage caused to the environment of Ukraine due to aggression from russia.

Вплив російського вторгнення на екологію України складно недооцінити. Окопи в Рудому лісі, обстріли на території АЕС, влучання ракет у хімзаводи та нафтобази, мінування Чорного моря, затоплення шахт на окупованому Донбасі та загибель тварин і рослин — усе це має наслідки для довкілля. Після початку повномасштабного вторгнення росії в Україні було створено Оперативний штаб, який має фіксувати всі збитки довкіллю. До його складу ввійшли фахівці ДЕІ, представники Міндовкілля, парламентського комітету з питань екології та правоохоронних органів. Оперативний штаб має сформувати перелік усіх порушень у сфері екології та підрахувати збитки, щоб у результаті притягнути росію до відповідальності та змусити заплатити. З 1 березня в межах екоінспекції створили оперативний штаб, який фіксує шкоду довкіллю в результаті збройної агресії. Самостійно відстежують шкоду екології від війни громадські організації, наприклад, «Екодія». Негативний вплив на довкілля може мати детонація боєприпасів, яка призводить до забруднення ґрунтів, води та повітря. Під час детонації військових ракет, артилерійських снарядів і мін утворюється низка хімічних сполук: чадний газ, вуглекислий газ, водяна пара, бурий газ, азот тощо.

Додатково утворюється велика кількість токсичної органіки, підкислюються навколишні ґрунти, деревина, конструкції. Токсичні елементи — оксид сірки й азоту у разі окислення можуть призвести до кислотних дощів. Вони можуть змінювати рН ґрунту, викликати опіки рослин, слизових тканин дихальних органів людини, птахів та ссавців. У результаті обстріли можуть забруднювати не тільки повітря та ґрунти, але й ґрунтові води. Отже всі ці елементи можуть потрапити в харчові ланцюги, а згодом до організму людини, і в майбутньому це може призвести до суттєвих проблем зі здоров'ям. Небезпечним є і пальне, яке може залишатися в ракеті після «прильоту». Російська ракета Х-101 за своїми технічними характеристиками має десь пів тонни ракетного пального, у складі якого є меланж – окиснювач, який є забрудником. Така ракета має дальність 5000 км, отже, якщо пролетіла, наприклад, тисячу, то під час влучання пальне ще залишається в ракеті. Цими нафтопродуктами забруднюються земельні ресурси. Вибухи боєприпасів можуть сприяти подальшій зміні клімату. Під час вибуху викидаються парникові гази – це вуглець і водяна пара. Вони напряму впливають на зміну клімату, і не тільки на території України, це глобальний процес. Великі ризики для навколишнього середовища створює влучання у промислові чи хімічні об'єкти – у повітря потрапляє велика кількість шкідливих речовин, які потім осідають на ґрунт. Поки що ані незалежні екоорганізації, ані Держекоінспекція не мають повної інформації про те, який склад мають ворожі боєприпаси, тому не можуть сказати, які є найбільш небезпечними. Агресор використовував фосфорні бомби (заборонені міжнародними конвенціями для застосування проти військових цілей в житлових районах), які мають дуже негативний вплив і на навколишнє середовище, і на людей. Оскільки фосфор у реакції з киснем дуже швидко загоряється, горить за температури 800°C, його не можна загасити, поки відбувається реакція. Зупинитися вона може тільки якщо не буде кисню або вигорить весь фосфор. А радіус ураження досягає 150 м.

Зараз, за даними ООН, Україна є однією з найбільш замінованих країн у світі. Майже 15 % загальної площі заміновано. Розмінування цієї території або детонація мін теж буде призводити до забруднення важкими металами ґрунтів і ґрунтових вод. Крім того, є небезпечними й уламки снарядів, які потрапляють у довкілля, У них є домішки чавуну, заліза, вуглецю, сірки та міді, які можуть призводити до забруднення ґрунтових і підземних вод.

Окрему небезпеку становить замінування сільськогосподарських полів — забруднення землі може призвести до того, що деякий час на цих територіях не можна буде нічого вирощувати. А оскільки в нас аграрна країна, і ми досить залежні від вирощування на наших землях, то це також буде впливати на продовольчу безпеку України та світу. В місцях потрапляння ракет відзначається забруднення нафтопродуктами та важкими металами. У місці ураження ракети фіксується знищення органічних сполук, які роблять землю родючою. Найімовірніше, буде підтверджено, що вирощувати сільськогосподарську продукцію на такому ґрунті потім буде неможливо. Військова техніка впливає так само, як уламки снарядів. Тобто домішки металів можуть забруднювати ґрунтові та підземні води. У військовій техніці є багато пального, що призводить до горіння, забруднення повітря та, потенційно, забруднення ґрунтів і водних ресурсів. Небезпечним є й потрапляння техніки в річки й озера, бо окиснення металу може призвести до забруднення води.

З огляду на охорону навколишнього середовища, прибрати з довкілля залишки військової техніки та боєприпасів потрібно якнайшвидше. Після цього їх треба утилізувати. Військовий брухт – несе небезпеку вибуху через снаряди, які не розірвалися, або реактивну броню, але також вони можуть містити оливи й інші токсичні матеріали. Для того, щоб утилізувати знищений танк, його треба транспортувати. А транспорт – це сектор, який також відповідає за викиди парникових газів. І оскільки це досить велика техніка, а кількість знищених ворожих танків сягає тисячі, то потрібен буде великий ресурс. Відновлення довкілля є дорогим і технічно складним. Імовірно, велику частину шкоди довкіллю, яку ми бачимо, Україна не зможе подолати протягом багатьох років або ці наслідки можуть стати невідворотними. Зараз оперативний штаб ДЕІ має пріоритетне завдання — розробити методіку, за якою будуть розраховувати збитки нанесені довкіллю України через агресію з боку росії. Над цим працюють понад 60 українських науковців і фахівців у сфері охорони природи.

УДК 332.33-047.44(477.83)

ЕКОЛОГО-АГРОХІМІЧНИЙ СТАН ҐРУНТІВ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ В УМОВАХ ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ

А. Кирильчук, З. Паньків

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
м. Львів, Україна*

kyrylandrij@gmail.com, zpankiv@gmail.com

ECOLOGICAL AND AGROCHEMICAL CONDITION OF THE SOILS OF THE LVIV REGION UNDER THE ARMED AGGRESSION

Andriy Kyrylchuk, Zinoviy Pankiv

The use of ecological and agrochemical indicators to assess the safe level of soil agronomization of agricultural lands and the introduction of a balanced type of land use, which is characterized by a high yield of agricultural crops and a deficit-free balance of nutrients in the soil, is the basis of the intensive development of the agro-industrial complex of the Lviv region of Ukraine, especially in the post-war period.

Застосування еколого-агрохімічних показників для оцінювання безпечного рівня агрономізації ґрунтів сільськогосподарських земель і впровадження збалансованого типу землекористування, яке характеризується високою врожайністю сільськогосподарських культур та бездефіцитним балансом поживних речовин у ґрунтах є основою інтенсивного розвитку агропромислового комплексу Львівської області України, особливо у післявоєнний період.

Площа Львівської області — 21,8 тис. км², що становить 3,6 % від площі України. Кількість населення — 2,52 млн осіб. Північна частина області лежить у межах Волинської височини, Малого Полісся та Подільської височини, відокремлена долиною Дністра від Передкарпаття. На південному заході області розташовані хребти Українських Карпат. Львівська область вирізняється різноманітністю і багатством ґрунтових ресурсів, оскільки її територія розташована у межах різних ґрунтово-географічних областей.

Згідно з комплексною оцінкою землекористувань аграрних підприємств регіонів України за рівнем цінності сільськогосподарських земель Львівська область характеризується середнім (задовільним) рівнем інвестиційної привабливості, а за рівнем економічної родючості ґрунтів (продуктивності землі) аграрних підприємств — достатнім рівнем інвестиційної привабливості.

Відомості про еколого-агрохімічні показники ґрунтів Львівської області отримані з матеріалів агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення Львівської області та, частково, з матеріалів великомасштабного ґрунтового обстеження із подальшим коректуванням. Використано також монографічні праці серії «Ґрунти України» співробітників кафедри ґрунтознавства і географії ґрунтів Львівського національного університету імені Івана Франка та створену на кафедрі ґрунтознавства і географії ґрунтів електронну карту ґрунтів Львівської області. Номенклатура ґрунтів Львівської області подана відповідно до Word Reference Base for Soil Resources.

У структурі ґрунтів сільськогосподарських угідь Львівської області домінують Albic Retisols (Arenic) (15,2 %), Dystric Cambisols (14,6 %), Luvic Greyzemic Phaeozems (11,2 %), Gleyic Chernic Phaeozems (Pachic) (10,1 %) та Arenosols (Ochric) (8,3 %).

Підвищений рівень освоєності (агрономізація) – 59,5 %, тобто їх надмірне розорювання, перевищення рівня допустимого механічного навантаження, значна частка просапних і технічних культур у сівозмінах та ненормовані технології є поширеною причиною деградації ґрунтів на території Львівської області, зокрема розвитку ерозійних процесів. Водночас, значне зростання кількості внутрішньо переміщених осіб у Львівській області унаслідок військової агресії російської федерації спонукає аграрні підприємства до збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, що певною мірою призведе до поглиблення незбалансованості елементів живлення в ґрунтах та їх прискореного виснаження. Військова агресія також зумовила зростання попиту на земельні ділянки та їхню вартість. Зростають потреби у розбудові логістичних центрів і збільшенні пропускну здатності транспортної інфраструктури у зв'язку зі збільшення експорту через західний кордон.

Відтак оцінку безпечного рівня агрономізації унаслідок надмірного використання ґрунтів Львівської області України пропонуємо здійснювати з урахуванням їхніх еколого-агрохімічних показників, передусім, вмісту і запасів гумусу, вмісту доступних форм нітрогену та рухомих сполук фосфору і калію у ґрунтах, рН ґрунтового розчину, а також балансових розрахунків у ґрунтах органічної речовини й елементів живлення.

Система землеробства, передусім ступінь її інтенсифікації, визначає роль чинників у формуванні врожаю сільськогосподарських культур. За інтенсивного землеробства близько 61 % врожаю формується за рахунок добрив і засобів захисту рослин, а на родючість ґрунтів припадає 15 % урожаю. За екстенсивної системи навпаки: на добрива припадає 10 %, а на родючість ґрунтів та погодні умови – 60 %. Саме екстенсивну систему землеробства застосовують в абсолютній більшості аграрних підприємств області. Отож відбувається постійна втрата поживних речовин і гумусу. Це підтверджують дані агрохімічної паспортизації земель, яку проводили на всіх полях і земельних ділянках кожні п'ять років, а також розрахунки балансу органічної речовини й елементів живлення.

Проведений нами аналіз дає можливість зробити наступні висновки:

✓ Сучасний еколого-агрохімічний стан ґрунтів Львівської області є основою для формування безпечного рівня освоєння (агрономізації) ґрунтів сільськогосподарських земель і впровадження збалансованого типу землекористування, яке характеризується високою врожайністю сільськогосподарських культур та бездефіцитним балансом поживних речовин у ґрунтах, а також достовірної системи показників регіональної інвестиційної привабливості ґрунтів земельних ділянок сільськогосподарського призначення для потреб закордонних і вітчизняних інвесторів, особливо у післявоєнний період реалізації євроінтеграційної стратегії України.

✓ Опосередкований вплив військової агресії російської федерації зумовив інтенсифікацію використання ґрунтів сільськогосподарських земель для вирощування експортних культур і спрощення структури сівозмін, розширення площ логістичних центрів, а також необхідність оптимізації пропускну здатності транспортної інфраструктури.

УДК: 332.3

ЗДОРОВ'Я ҐРУНТУ ЯК НАЙВАЖЛИВІШИЙ ЧИННИК ЙОГО ЯКОСТІ

М. В. Козак

ДП «Науково-дослідний інститут землеустрою», м. Київ, Україна

kozakm2010@gmail.com

І. Г. Колганова

Національний університет біоресурсів і природокористування України,

м. Київ, Україна

kolganova_i@ukr.net

SOIL HEALTH AS THE MOST IMPORTANT FACTOR OF ITS QUALITY

M.V. Kozak, I. G. Kolganova

The issue of ecological capacity and ecological stability of soil and rates of soil degradation in Ukraine are considered.

«Земля є основним національним багатством, що перебуває під особливою охороною держави».

На жаль, ще й досі приділяється недостатньо уваги ґрунтовому покриву, що найбільш відчутно дається взнаки при використанні земель у складі орних угідь. За відсутністю сучасних даних проілюструємо це матеріалами колишніх наукових досліджень. Зокрема, згідно з цими матеріалами близько 20 % ріллі припадає на малопридатні і взагалі орнонепридатні землі. Це спричиняло розвиток деградаційних процесів, серед яких найбільша частка належить ерозійним (зростання площ еродованих земель становило 80-100 тис. га за рік). Суттєвий негативний вплив властивий дегуміфікації (втрати гумусу), засоленню, осолонцюванню, підкисленню, перезволоженню (а подекуди, навпаки – переосушенню).

Для ліквідації такої негативної ситуації необхідно приділити належну увагу сучасному стану ґрунтового покриву, оскільки у багатьох випадках доводиться мати справу з застарілою про нього інформацією (30-40 років давнини). Питання повторних ґрунтових обстежень (за удосконаленою методикою, що базується на аерокосмічному зондуванні земної поверхні) набуло безумовної державної значущості і потребує невідкладного науково-методичного забезпечення, а також, звичайно, і фінансового.

В.А. Ковда (1989), привертаючи увагу науковців і практиків до гострої проблеми зниження родючості ґрунтів і зменшення об'ємів виробництва якісних продуктів харчування та сировини, писав: «...найнебезпечніше і страшніше інше: деградація і патологія ґрунтів тягне за собою патологічні явища в здоров'ї, розвитку і фізіології людини і навіть в її розумовій діяльності і психіці».

У природній екосистемі здоров'я ґрунту обумовлює, в першу чергу аборигенна біота педоценозу. Тут вона активно і безперервно функціонує в широкому діапазоні природних умов, створюючи екологічну ємність та стійкість власне ґрунту та екосистеми взагалі.

Екологічна ємність ґрунту — це здатність педоценозу підтримувати функціонування певної кількості видів геобіонтів: (мікрофлора, мікро- та мезофауна), наземних автотрофних (рослини – продуценти) та гетеротрофних організмів (опилювачі, фіто- та зоофаги). Екологічна ємність виснаженого, інфікованого, хворого, забрудненого, порушеного ґрунту буде набагато нижчою ніж екологічно здорового ґрунту.

Екологічна стійкість ґрунту — це його здатність протидіяти впливу на ґрунтову біоту різних чинників у процесі реалізації його продуктивних, екологічних, самовідновлювальних і регуляторних функцій, які якраз і забезпечуються збалансованим біорізноманіттям наявної біоти в ґрунті.

На Всесвітньому Саміті із збалансованого розвитку (Йоганезбург, 2002) було підкреслено важливість збереження та невиснажливого використання біорізноманіття як природних екосистем, так і агроекосистем. На Саміті було заявлено, якщо не вжити заходів і не сконцентруватись на цих проблемах, то людство житиме у збідненому і забрудненому світі.

Темпи деградації біологічних ресурсів педосфери Землі вражають і це, повною мірою, стосується ґрунтового покриву України. Ще у 80-х роках минулого століття було відмічено, що в результаті тривалого освоєння чорноземів звичайних Степової зони відбулось зменшення біомаси гетеротрофних організмів у 2-6 раз. Наслідком цього є глибокі порушення процесів відтворення гумусу, погіршення показників гумусового стану ґрунтів, значні зміни в кругообігу біофільних елементів тощо. За результатами досліджень Інституту гумусу і біології ґрунту в м. Брауншвейг (Німечина)

в здоровому орному ґрунті повинна бути така кількість організмів (екз/м², в шарі ґрунту 0–30 см): мікрофлора — 1 млрд; мікрофауна (0,002–0,2 мм) — 0,5 млрд, мезофауна (0,2–2,0 мм) — 1–1,5 млн, макрофауна (2–20 мм) — 1050 екз.; мегафауна (20–200 мм) – 80 екз. (Angermaug, 1980). При цьому ґрунт повинен мати сприятливі водно-фізичні властивості та збалансовану структуру і чисельність популяцій всіх функціональних груп гетеротрофів.

Важливим прийомом моніторингу здоров'я ґрунту є документація життєдіяльності мезофауни ґрунту під час польових ґрунтових обстежень. У свій час В.В. Докучаєв (1900) порівняв кубик здорового цілинного степового чорнозему з губкою, яка пронизана корінцями трав, ходами жучків, личинок та інших землеріїв. В «Настанові по діагностиці ґрунтів» (ФАО, Рим, 2012) під час польових обстежень пропонується давати опис біологічної активності ґрунтів від артефактів до детальної характеристики поточної активності різних видів гетеротрофів.

УДК 504.9

АГРОЕКОЛОГІЧНА ШКОДА ҐРУНТОВОМУ ПОКРИВУ БЕЛІГЕРАТИВНИХ АГРОЛАНДШАФТІВ

**Л. П. Коломієць, І. П. Шевченко, В. М. Повидало,
В. М. Штакал, М. І. Шквир**

*ННЦ «Інститут землеробства НААН», смт Чабани, Україна
erosia-stop@ukr.net*

AGRO-ENVIRONMENTAL DAMAGE TO THE SOIL COVER OF BELIGERATIVE AGROLANDSCAPES

L.P. Kolomiets, I.P. Shevchenko, V. N. Povydalo, V. N. Shtakal, N.I. Shkvyr

Any military actions lead to a negative man-made impact on the environment, including fundamentally changing the conditions and forms of land resource use, leading to a significant transformation of agricultural landscapes, depletion of nutrient reserves, soil erosion. Based on the results of field studies to determine the agro-ecological condition of the soil cover of the scientific object, it was established the degree of damage caused to the land use of the NSC "IZ NAAN" by active military operations, which were accompanied by artillery and rocket attacks. The directions of restoration and further use of the soil of agricultural lands that have been subjected to military waste and other types of pollution have been determined. It is proposed to work out theoretical and applied issues of scientific and methodological support for the development of a set of practical measures for the restoration of belligerent agricultural landscapes.

Широкомасштабне вторгнення рф в Україну, докорінно змінило умови та форми використання земель сільськогосподарського призначення деокупованих територій та тих, які знаходяться безпосередньо в зоні бойових дій.

Це актуалізує необхідність проведення наукових досліджень, спрямованих на отримання нових знань щодо функціонування землеробських систем та окремих їх складових в умовах воєнних дій та після їх завершення.

У зв'язку зі збройною агресією російської федерації проти України, розпочатою 24 лютого 2022 року, на території землекористування бази селекції ННЦ «Інститут землеробства НААН», с. Копилів, Бучанського району, Київської області, з 27.02.2022 року до 30.03.2022 року відбувались бойові дії та розміщувались російські військові, а також військова техніка та зброя.

Після деокупації території працівники піротехнічного підрозділу Головного управління Державної служби України з надзвичайних ситуацій у Київській області провели обстеження, виявлення та знешкодження вибухонебезпечних предметів на сільськогосподарських угіддях землекористування Інституту землеробства.

Враховуючи покрокову інструкцію щодо фіксації шкоди, нанесеної підприємству, фахівці інституту провели огляд місця події (виробничих приміщень, сільськогосподарської техніки, сільськогосподарських угідь) з метою оцінювання впливу воєнних дій на агровиробничу діяльність та ґрунтовий покрив, визначення шкоди, завданої науковому об'єкту збройною агресією рф, що слугуватиме одним із інструментів у прийнятті управлінських рішень з оцінювання збитків та нанесеної екологічної шкоди.

Для визначення напрямів відновлення та подальшого використання земель сільськогосподарського призначення, порушених внаслідок воєнних дій, фахівці ННЦ «ІЗ НААН» провели агроекологічне обстеження території дослідного поля (бази селекції ННЦ «ІЗ НААН») з метою виявлення military waste, хімічного забруднення.

Проведеними аналітичними визначеннями умісту (концентрації) шкідливих речовин у пробах ґрунту, відібраних у місцях падіння та вибухів снарядів артилерійських систем та реактивної артилерії різного калібру

встановлено суттєве, у 2–4 рази, перевищення гранично допустимих концентрацій (ГДК) таких важких металів, як: свинець, кадмій, мідь, залізо, марганець, які використовуються у складі різних боєприпасів та як комплекти ударно-запалювального складу.

Проби ґрунту, які взяті у воронках (вирвах) від снарядів і ракет, а також у безпосередній близькості до них, мали небезпечний рівень забруднення біодоступними формами важких металів і за перевищенням фонових показників розміщувалися у такій послідовності: Cd>Pb>Ni>Cu>Mn.

Основною метою досліджень є обґрунтування напрямів використання системи агротехнологічних заходів за ведення відновлювального ландшафтно-адаптивного землеробства, що слугуватиме передумовою вибору ефективних форм організації й удосконаленню механізму управління землекористуванням в умовах воєнних та пост воєнних дій.

В основу дослідження будуть покладені наукові пошуки з питань формування технічних та агротехнологічних відновлювальних заходів на землях сільськогосподарського призначення, порушених внаслідок воєнних дій, вивчення агротехнічних прийомів, спрямованих на відновлення, охорону та підвищення родючості ґрунтового покриву аграрних белігеративних ландшафтів.

В результаті виконання досліджень будуть опрацьовані теоретичні засади ефективного використання земель сільськогосподарського призначення, порушених в результаті проведення воєнних дій; розроблено комплекс практичних заходів з раціонального використання земельних угідь, зруйнованих агроландшафтних систем шляхом розроблення науково-практичних рекомендацій «Науково-методичне забезпечення та розроблення комплексу практичних заходів з відновлення белігеративних агроландшафтів».

УДК 631.551.321

МАГНІТНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТІВ ЗА ЛОКАЛІЗАЦІЇ ВКЛЮЧЕНЬ ВОЄННОГО ХАРАКТЕРУ

**В. П. Коляда¹, О. В. Круглов¹, П. Г. Назарок¹, А. О. Ачасова²,
М. В. Шевченко¹**

¹Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна

²Науково-дослідний інститут меліорації та охорони ґрунтів,
Прага, Чеська республіка
koliadavalerii@gmail.com

MAGNETIC PROPERTIES OF SOILS WHEN LOCATING UNEXPLODED ORDNANCE INCLUSIONS

V. Koliada, O. Kruglov, P. Nazarok, A. Achasova, M. Shevchenko

The influence of the magnetic properties on the detection of compounds with a low content of metals by a metal detector is indicated. Studies have shown that the extremely high values of the visual digital index (VDI) of the metal detector when investigating the effect of ferrimagnets on the determination of UXO inclusions can be explained by the presence of a small amount of iron and the presence of other non-ferrous metals in the composition of the mock-up of the improvised explosive device. The absence of a single effective classification of soils according to their magnetic properties and the possibility of taking into account other foreign similar classifications when demining is shown.

Магнітні властивості ґрунтів можуть значним чином впливати на використання металодетекторів під час операцій розмінування на територіях, де проходили бойові дії. Детектори для виявлення металів (міношукачі) сконструйовані на основі використання для пошуку мін або нерозірваних снарядів (UXO-Unexploded ordnance) електромагнітної індукції і лишаються найбільш поширеними оптимальними інструментами для розмінування територій через невисоку вартість та легкість використання.

Чутливість реагування на сигнал металодетектора залежить від багатьох параметрів металевого об'єкту, технологічних особливостей детектора та, значним чином — від магнітних властивостей ґрунту, до яких можна віднести його магнітну сприйнятливість. Через той факт, що більшість протипіхотних мін мають пластиковий корпус і дуже незначну частину металу всередині —

в системі запалювання, різниця між відбиттям сигналу від міни та безпосередньо, намагніченого ґрунту лишається дедалі меншою. Вплив властивостей ґрунту на виявлення металодетектором сполук з низьким вмістом металів проявляється таким чином: чутливість детектора може бути зменшена до такої міри, що УХО-об'єкт не можна виявити на необхідній глибині — під час роботи можуть утворюватися помилкові сигнали, а деякі детектори можуть бути повністю непридатними для використання в екстремальних випадках.

Попередні дослідження з моделювання впливу феромагнетиків на виявлення воєнних включень проведено на прикладі трьох варіантів включень: макет гільзи снаряду калібру 152 мм; макет протипіхотної міни; макет саморобного вибухового пристрою у пластиковому корпусі з мінімальною кількістю металу. Результати експерименту вказали на надзвичайно високі значення візуального цифрового індексу металодетектора у дослідженні впливу феромагнетика на визначення металовключень, що можна пояснити наявністю у складі макету саморобного вибухового пристрою незначної кількості заліза та наявністю інших кольорових металів.

Однією з методологічних проблем, що перешкоджає повному використанню потенціалу подібних педомагнітних обстежень, лишається відсутність єдиної ефективної класифікації ґрунтів за їх магнітними властивостями, з якими можна порівняти дані, здобуті в результаті досліджень.

На сьогодні деякими вітчизняними вченими вже запропоновано різні підходи до створення такої класифікації, до яких також можна віднести і генетичну класифікацію ґрунтів за їх магнітними властивостями, запропоновану О. В. Кругловим та А. В. Сухорадою у 2019 р. Іншою складністю лишаються методи вимірювання магнітної чутливості ґрунтів залежно від амплітудної частоти магнітного поля. Може трапитися так, що ґрунт А дає нижчі показники вимірювань чутливості, ніж ґрунт Б, але ґрунт А має більший вплив на роботу металодетектора. В такому випадку доцільно проводити додаткові дослідження з корегування даних по еталонних значеннях. Європейським комітетом зі стандартизації (European Committee for Standardization) у 2003 р. запропоновано низку градацій магнітної сприйнятливості ґрунтів, яку рекомендується враховувати у дослідженні впливу властивостей ґрунтів на пошук та виявлення металевих включень воєнного характеру у країнах ЄС.

Іншим способом корегування даних може бути приклад подібних напрацювань, представлених у 2008 р. у звіті Міністерства оборонних досліджень і розвитку Канади (Defence Research and Development Canada Contract Report CR 2009-062), де при визначенні магнітної сприйнятливості в лабораторних умовах металодетекторами частотного та інтервального типу виділяють три ключові характеристики ґрунту — чи він є магнітним (або немагнітним), дисперсійним (або недисперсійним), кондуктивним (або некондуктивним).

З метою зменшення впливу магнітних властивостей ґрунтів на виявлення включень воєнного походження доцільно розробити національну класифікацію ґрунтів за їх магнітною сприйнятливістю на прикладі подібних робіт за кордоном та у поєднанні з картографічною інформацією про виділені зони активного ведення воєнних дій рекомендувати їх застосування як додаткових довідникових даних під час розмінування території.

УДК 461. 631:63 158

МІКРОБІОЛОГІЧНИЙ РЕСУРС ОПТИМІЗУВАННЯ СТАНУ ҐРУНТУ В АГРОЦЕНОЗАХ

С. Г. Корсун¹, Т. О. Хоменко¹, О. А. Літвінова²

¹ТОВ «Інститут прикладної біотехнології», м. Київ, Україна

²Національний університет біоресурсів і природокористування України,
м. Київ, Україна

korsuns@i.ua

MICROBIOLOGICAL RESOURCE OF SOIL OPTIMIZATION IN AGROCENOSSES

S. Korsun, T. Khomenko, O. Litvinova

Using the example of Groundfix, the effectiveness of the microbial preparation in agrocenosis was demonstrated. The yield of crops increased, there were positive changes in the nutritional regime, physical and chemical properties and phytosanitary situation in the soil. The obtained positive effect confirms the importance of the microbial resource for the process of remediation of disturbed soils.

Земельні (ґрунтові) ресурси відносяться до вичерпних, невідновлюваних ресурсів, тому що утворення родючого шару ґрунту триває протягом кількох століть. В роботах В.І. Вернадського наголошується, що суттєве порушення

природного стану ґрунтів супроводжується змінами кількісних і якісних характеристик біосфери. А сучасні вчені зауважують, що інтенсивна трансформація речовин в екосистемі ґрунту під впливом надмірного антропогенного втручання породжує «тиху кризу планети». Адже ґрунт виступає одним з найважливіших глобальних факторів, які визначають економіку, екологію та мирне співіснування народів світу.

У зв'язку з воєнними діями в Україні ґрунтовий покрив на значній території країни порушений і у повоєнний час гостро постає питання меліорації і ремедіації ґрунтів в агроландшафтах.

Зважаючи на те, що мікроорганізми є початковою ланкою в процесі утворення ґрунту, у розробці комплексу заходів з відновлення його родючості, необхідно враховувати стан ґрунтового мікробного пулу, як одного з важливих ресурсів ремедіації в агроценозах.

Відомо, що біоремедіація ґрунтів з допомогою мікроорганізмів передбачає:

- біодоповнення за рахунок внесення в ґрунт мікробних препаратів, здатних розширювати мікробний пул і поліпшувати показники родючості ґрунту;
- стимулювання розвитку аборигенної мікрофлори на території, яка зазнала руйнувань ґрунтового покриву;
- фітостимулювання, що полягає у вирощуванні рослин для сприяння розвитку ризосферних мікроорганізмів на порушених територіях.

Сучасні біологічні препарати в комплексі з сільськогосподарськими культурами задовольняють ці вимоги. Композиції корисних мікроорганізмів, поєднані в препаратах, сприяють збагаченню ґрунту біологічно-активними речовинами, які активізують деструкцію рослинних решток та гуміфікацію, поліпшують доступність біогенних елементів рослинам, контролюють чисельність патогенних організмів і шкідливих комах.

Експериментальним підтвердженням позитивного впливу біопрепаратів в агроценозах є наші дослідження, які було проведено в зоні Лісостепу на базі тривалого дослідження кафедри агрохімії та якості продукції рослинництва ім. О.І. Душечкіна НУБІП України (с. Пшеничне, Київської обл.).

За вирощування соняшнику і кукурудзи було застосовано біологічний препарат Граундфікс, який є мікробіологічним добривом, що містить набір спор та живих клітин природних фосфор- та каліймобілізувальних, азотфіксувальних мікроорганізмів та бактерій фунгіцидної дії. Граундфікс вносили у передпосівну культивуацію у двох дозах — 4 і 8 л/га. Фон мінеральних добрив (NPK) під кукурудзу змінювався від 0 у контролі до 290 кг/га в інших варіантах, під соняшник — від 0 до 280 кг/га. Ґрунт дослідної ділянки лучно-чорноземний карбонатний з дуже високою забезпеченістю фосфором, середньою — азотом і калієм.

Виявлено, що застосування Граундфіксу в посівах соняшника і кукурудзи в дозі 8 л/га було ефективнішим, ніж 4 л/га. За дози 4 л/га отримали приріст урожаю 4-19 % і 2-12 % відповідно, а за внесення 8 л/га урожайність зросла на 7-31 % і 8-18 %, порівняно з ділянками без препарату.

Важливо, що кількість патогенних грибів у ґрунті всіх варіантів зменшилась вже через тиждень після внесення препарату Граундфікс. В посівах соняшнику відбулось зниження патогенів від 16-57 % до 0-25 %, а в посівах кукурудзи від 25-81 % до 0-22 %.

Крім цього, виявлено ефективну післядію Граундфіксу у посівах наступної культури — пшениці озимої. Спостерігали оптимізування показника обмінної кислотності, а також отримано зростання вмісту рухомого фосфору на 51-113 мг/кг і обмінного калію – 16-37 мг/кг ґрунту, за тенденції чіткого зростання фактору інтенсивності цих елементів. Урожайність пшениці озимої на ділянках з післядією Граундфіксу зросла на 12-31 % залежно від агрохімічного фону.

Отже, на прикладі Граундфіксу було продемонстровано ефективність впливу мікробного препарату в агроценозі, що полягало у підвищенні урожайності культур за прямої дії препарату і за його післядії, позитивних змінах поживного режиму, фізико-хімічних властивостей та фітосанітарного стану ґрунту. Отриманий позитивний ефект підтверджує важливість мікробного ресурсу для процесу ремедіації порушених ґрунтів.

УДК 631:52.635: 63 (477.72)

ВИКОРИСТАННЯ СУЧАСНОГО БІОДОБРИВА НА ПОСІВАХ ТОМАТА В УМОВАХ КРАПЛИННОГО ЗРОШЕННЯ НА ПІВДНІ УКРАЇНИ

Н. П. Косенко, К. О. Бондаренко

Інститут кліматично орієнтованого сільського господарства НААН, Україна
ndz.kosenko@gmail.com

THE APPLICATION OF MODERN BIOFERTILIZER ON TOMATO CROPS UNDER DRIP IRRIGATION IN THE SOUTH OF UKRAINE

N. Kosenko, K. Bondarenko

The article presents the results of research on the application of the new modern biofertilizer Bioproferm and its inorganic equivalent during the growing of processing varieties under different modes of drip irrigation in the south of Ukraine. It was established that the highest yield of fruits (79,5 t/ha) of the Kumach variety was obtained under the conditions of local application of biofertilizer before sowing (6 t/ha) and compliance with the irrigation regime of 80% of LV. Replacing inorganic fertilizers with biofermented organic ones helps to improve soil fertility and gives eco-friendly products. Among the investigated varieties, the Kumach variety showed the highest productivity.

В останні роки в Україні, як і в багатьох країнах світу, використовують біологізацію та екологізацію землеробства, що поєднує кращі сторони інтенсивного та біологічного землеробства: підвищення родючості ґрунту та отримання екологічно безпечної продукції. Наряду з іншими заходами у біологізації землеробства велике значення має поступова відмова від мінеральних добрив та пестицидів, з наданням переваги препаратам органічного походження. Томат – одна з найпопулярніших овочевих рослин, плоди якої є основною сировиною для консервної промисловості, виробництва томатопродуктів, використовуються також для в'ялення та сушіння. В умовах збройної агресії для гарантування продовольчої безпеки України є необхідним виробництво промислових сортів томата для подальшої їх переробки.

Метою проведених досліджень було визначення впливу органічних і мінеральних добрив на продуктивність рослин томата за різних режимів краплинного зрошення на півдні України.

Дослідження з вивчення використання вологи рослинами безрозсадного томата проводили у 2014–2016 рр. на дослідному полі Інституту зрошувального землеробства НААН України (Херсонська обл.). У польовому досліді вивчали такі фактори: режими зрошення (фактор А): 1) без зрошення (контроль); 2) призначення поливів за рівня передполивної вологоємності ґрунту (РПВГ) 70 % найменшої вологоємності (НВ); 3) РПВГ 80 % НВ; 4) РПВГ 90 % НВ. Фактор В – сорт томата: ‘Інгулецький’, ‘Кумач’, ‘Легінь’. Фактор С – удобрення рослин: 1) без добрив (контроль); 2) органічне добриво Біопроферм; 3) мінеральні добрива $N_{108}P_{101}K_{72}$, що дорівнює у розрахунковому еквіваленті дозі органічних добрив. Повторність дослідів чотириразова. Ґрунт дослідної ділянки — темно-каштановий середньосуглинковий слабосолонцюватий. Вміст гумусу в орному шарі (0-30 см) — 2,14 %, загального азоту — 2,24 %, рухомого фосфору й обмінного калію, відповідно — 62 і 323 мг/кг сухого ґрунту. Дослідження проводили за умов краплинного зрошення. Вологість ґрунту контролювали термостатно-ваговим методом подекадно. Органічне добриво Біопроферм (Волинські гумати) вносили перед сівбою смугою 40 см, із розрахунку 6 т/га. Схема сівби 90+50 см.

Біопроферм сучасне органічне добриво, що вироблене методом термофільної біоферментації суміші курячого посліду, гною ВРХ, торфу та тирси, містить макро- та мікроелементи, гумусові речовини та спори корисних ґрунтових мікроорганізмів (ТУ 24.1–36933042-001:2010). Хімічний склад біологічного добрива: волога – 35–50; склад (% в абс. сух. реч.): органічна речовина – 65–70; азот (NO_2) – 2,0–3,0; фосфор (P_2O_5) – 1,7–2,8; калій (K_2O) – 1,0–2,0; кальцій (CaO) – 2,0–6,0 %; Mg – 30 мг/кг; Fe – 10 мг/кг; Cu – 60 мг/кг; B – 12 мг/кг; Zn – 15 мг/кг; Mn – 20 мг/кг, Co, Mo. У досліді використовували сорти томатів промислового типу, що придатні для механізованого збирання плодів, селекції Інституту зрошувального землеробства НААН.

Аналіз даних продуктивності рослин показав, що врожайність плодів без зрошення становила 26,9–32,3 т/га залежно від сорту та удобрення. За режиму зрошення з РПВГ 70 % НВ отримано врожайність товарних плодів 61,7–70,8 т/га, за РПВГ 80 % НВ – 65,6–79,5 т/га, за РПВГ 90 % НВ – 61,0–71,6 т/га.

Режим зрошення з призначенням поливів за рівня передполивної вологості ґрунту 70 % НВ забезпечив збільшення продуктивності рослин томата на 37,9 т/га, за РПВГ 80 % НВ – на 42,9 т/га, за РПВГ 90 % НВ – на 36,8 т/га порівняно з неполивними умовами. Застосування органічних та мінеральних добрив ($N_{108}P_{101}K_{72}$) за умов зрошення дає суттєву прибавку врожайності плодів. Внесення мінеральних добрив і призначення поливів за РПВГ 70 % НВ збільшує врожайність плодів на 41,9 т/га, за РПВГ 80 % – на 44,7 т/га, за РПВГ 90 % НВ – на 38,8 т/га, порівняно з ділянками без удобрення та без зрошення (28,7 т/га). Внесення органічного препарату Біопроферм і призначення поливів за РПВГ 70 % НВ сприяє збільшенню врожайності плодів на 37,9 т/га, за РПВГ 80 % – на 46,1 т/га, за РПВГ 90 % – на 38,6 т/га порівняно з неполивними та неудобреними ділянками. За призначення вегетаційних поливів за РПВГ 80 % НВ і органічного живлення отримано найбільшу врожайність (79,5 т/га), що на 49,1 т/га більше, ніж без удобрення та без зрошення. Коефіцієнт водоспоживання за зрошення – 39–46 м³/т.

Дослідженнями встановлено, що за безрозсадного способу вирощування внесення добрив суттєво збільшує врожайність плодів за умов краплинного зрошення. У період вегетації рослинами томата сорту ‘Кумач’ найбільш ефективно використовувались ґрунтові запаси вологи, ефективні опади та зрошення за дотримання режиму 80 % НВ і локального внесення органічного добрива Біопроферм. За таких умов отримано найбільшу врожайність плодів (79,5 т/га), коефіцієнт водоспоживання був найменшим.

УДК 349.41

CURRENT LEGAL ISSUES OF RESTORATION OF THE SOIL COVER OF LANDS DISRUPTED AS A RESULT OF WAR ACTIONS

P. F. Kulynych

*Koretskyi Institute of State and Law of the National Academy of Sciences of Ukraine,
Kyiv, Ukraine*

Pavlo.f.k@gmail.com

АКТУАЛЬНІ ПРАВОВІ ПИТАННЯ ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТОВОГО ПОКРИВУ ЗЕМЕЛЬ, ПОРУШЕНИХ ВНАСЛІДОК ВОЄННИХ ДІЙ

П. Ф. Кулінич

В результаті військової агресії росії проти України біля на 34% території поверхневий шар ґрунтів зазнав забруднення або порушення. Значна частина таких земель стала непридатною для сільського господарства. Пропонується прийняти державну програму відновлення сільськогосподарських земель, яка має включати як їх біологічну рекультивуацію, так і використання деградованих угідь для потреб «зеленої» енергетики. Перед Україною постала необхідність кардинальної зміни правового регулювання використання та охорони земель. Поряд з забезпеченням продовольчої та екологічної безпеки земельне право України має бути зорієнтоване на досягнення цілей енергетичної безпеки з переведенням певної частини земель країни під вирощування енергетичних культур для потреб «зеленої» енергетики.

Russia's military aggression against Ukraine caused significant damage to the land resources of our country. According to the calculations of the Ukrainian Environmental Protection Group, because of military operations, approximately 34% of the territory of Ukraine already has or is at risk of systemic disturbance of the surface layer of soils or their contamination (mines, petroleum products, unexploded ordnance, etc.).

As international experience shows, as a result of military operations, fields can remain dangerously contaminated with ammunition for a long period of time - 100 years or more. Thus, in 2015, the French authorities obliged local farmers to destroy the grown products, which turned out to be contaminated with elements from old ammunition. And in Belgium, almost 100 years after the end of the First World War, in 2011, scientists conducted a study of soils near the city of Ypres - a key point of the Western Front of this war - and found that the content of heavy metals in them still exceeds the norm.

As experts note, as a result of military actions, the upper, most fertile, layers of the soil suffer the most. They also recover the slowest: the natural rate of recovery of the fertile soil layer is one centimeter per hundred years. And although bombing, shelling, mines, the movement of tanks on the fields cause various effects on the soil, they significantly reduce its productive and ecological properties for decades. Therefore, the experience of world and other wars shows that when agricultural lands are significantly damaged by military actions, their restoration for use in agriculture is either impossible or will require many decades. Therefore, in our opinion, it is expedient to adopt a state program for the restoration of agricultural lands in Ukraine, which should include either their biological reclamation, which is carried out over several years, or the use

It should be noted that Russian aggression against Ukraine caused the global energy crisis. One of its consequences is high prices for energy sources produced from fossil fuels (oil, gas, etc.). In this regard, the economic attractiveness of growing energy crops (willow, poplar, miscanthus, switchgrass) for their use as fuel for the production of thermal and electrical energy, as well as growing corn as a raw material for biomethane production ("green" energy).

However, the cultivation of various crops to produce ecologically clean energy cannot be considered a sub-sector of agricultural production, since it does not pursue the goal of producing food products for humans or animal feed. At the same time, more than 70 percent of the territory of Ukraine is agricultural land. Therefore, the implementation of tasks for the development of bioenergy in Ukraine based on the use of agricultural lands degraded as a result of military actions requires making significant changes in the legal priorities regarding the distribution of the country's land fund to meet the complex needs of land resources.

In particular, Ukraine faced the need for a radical change in the system of legal regulation of land use and protection. We believe that in addition to the two basic principles of modern land law of Ukraine - the principle of food security and the principle of ecological security - we should implement another principle into the legal regulation of land relations - the principle of energy security, which provides for the use of a certain part of the country's land for the needs of "green » of energy.

In our opinion, ensuring the implementation of the principle of energy security can be implemented in Ukraine without harming the interests of food and non-logical security.

Thus, in Ukraine, up to 4 million hectares of agricultural land, which have become unproductive, polluted or degraded due to their irrational use, climate change and Russia's military aggression, are not used for agricultural purposes. Growing food products on such lands is unprofitable. Therefore, we consider it expedient to transfer them for the cultivation of energy crops. Thus, the cultivation of energy crops on an area within 10% of the country's agricultural land (4 million hectares out of the available 42 million hectares) should become one of the main areas of legal support for the distribution of the country's land fund to meet public needs.

In this regard, we believe that the system of land categories defined by the Land Code of Ukraine (articles 19-20 and others) as lands with a special legal regime of use should be supplemented by one more - the category of "green" (biological) energy lands. Solving the problem of ensuring the energy security of the country in the conditions of climatic threats and military actions should, in our opinion, become the dominant law-making process in the field of land law of our state in the nearest period of our history. After all, the use of land for the cultivation of energy crops will ensure not only energy security, but also become a factor in restoring the productive properties of war-damaged soils.

At the same time, the legal support for the restoration of those war-damaged agricultural lands, which can be carried out within one or several years through biological reclamation, also needs improvement. In particular, the state land restoration program should provide for the creation of a register of organic resources available in water bodies - silt and sapropel and ensure their use for the reclamation of war-damaged soils. In addition, the Law of Ukraine "On Land Protection" adopted in 2003 should be radically updated accordingly.

Thus, the proposed changes to the land legislation of Ukraine will lead to the fact that Ukraine will not lose its status as a leading agrarian country in the world, but will also become a leading country in Europe that produces climate-protecting energy resources.

УДК 330.15.504

ОЦІНЮВАННЯ ШКОДИ ТА ЗБИТКІВ, ЗАВДАНИХ ЗБРОЙНОЮ АГРЕСІЄЮ ЗЕМЕЛЬНОМУ ФОНДУ ТА ҐРУНТОВИМ РЕСУРСАМ: РЕАЛІЇ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

А. В. Кучер

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна,
ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»
м. Харків, Україна
anatoliy_kucher@ukr.net*

ASSESSMENT OF DAMAGES AND LOSSES CAUSED BY THE ARMED AGGRESSION TO THE LAND FUND AND SOIL RESOURCES: REALITIES AND PROSPECTS

A. V. Kucher

The key proposals for improving the methods of determining damage and losses caused by russian armed aggression to the land fund and soil resources of Ukraine are highlighted. It is noted that the total amount of damage and losses caused to the lands and soils of Ukraine as of September 1, 2022 is 15.013 billion USD.

Чинна основна нормативно-правова база оцінювання шкоди та збитків, завданих землям і ґрунтам України унаслідок російської агресії, включає такі ключові документи: (1) Порядок визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації (затверджено постановою КМУ від 20 березня 2022 р. № 326); (2) Методика визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану (затверджено наказом Міндовкілля від 4 квітня 2022 року № 167); (3) Методика визначення шкоди та збитків завданих земельному фонду України внаслідок збройної агресії Російської Федерації (затверджено наказом Мінагрополітики від 18 травня 2022 року № 295).

З урахуванням ідентифікованих ключових слабких сторін чинної Методики визначення шкоди та збитків, завданих земельному фонду України внаслідок збройної агресії Російської Федерації для вдосконалення цієї Методики запропоновано основні доповнення та/або пропозиції, зокрема в частині: визначення розміру втраченої вигоди (недоодержаного доходу) через зниження продуктивності ґрунтів унаслідок механічної, фізичної, хімічної,

фізико-хімічної, біологічної й інших видів деградації ґрунтів; визначення розміру втраченої вигоди бюджетів різних рівнів через зниження грошової оцінки земель як бази оподаткування; актуалізація й доповнення Порядку визначення та відшкодування збитків власникам землі та землекористувачам конкретними методичними настановами щодо алгоритму виконання розрахунків стосовно завданих збройною агресією збитків власникам земельних ділянок сільгосппризначення, де серед іншого варто сформулювати алгоритм визначення збитків для землевласників і землекористувачів; визначення розміру збитків унаслідок втрати та/або часткового руйнування стаціонарних польових дослідів, що проводять на землях дослідних полів науково-дослідних установ і навчальних закладів, які належать до особливо цінних земель; визначення витрат на оцінювання розміру шкоди та збитків, завданих земельному фонду внаслідок збройної агресії.

На базі ідентифікованих ключових слабких сторін чинної Методики визначення розміру шкоди, завданої землі, ґрунтам внаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану, для вдосконалення цієї Методики сформульовано основні доповнення та/або пропозиції, зокрема: визначення розміру шкоди внаслідок механічної, фізичної, хімічної, фізико-хімічної, біологічної й інших видів деградації ґрунтів на засадах витратного методичного підходу, згідно з яким розмір шкоди внаслідок механічної деградації ґрунтів оцінюють на основі суми витрат на заходи щодо відновлення якості ґрунтів. Стосовно визначення розміру шкоди внаслідок інших видів деградації ґрунтів, то пропонується доповнити розрахунок шкоди внаслідок засмічення земель також шкодою від втрати чи зниження екосистемних послуг ґрунтів, вигорання полів, спалювання рослинності та/або її залишків. Також запропоновано в загальному розмірі шкоди та збитків ураховувати витрати на оцінювання їх величини, завданих землі та ґрунтам унаслідок надзвичайних ситуацій та/або збройної агресії та бойових дій під час дії воєнного стану на основі витрат на проведення досліджень, відбір проб, аналізи, дистанційне зондування, збирання економічних даних і виконання розрахунків тощо. Рекомендується розширити коло суб'єктів, які встановлюють факти деградації ґрунтів, спричинені збройною агресією, а також їх масштаби.

Зокрема, до числа вказаних осіб варто включити також усіх суб'єктів, що здійснюють державний контроль використання та охорони земель усіх категорій та форм власності згідно із Законом України «Про державний контроль за використанням та охороною земель», наукові установи НАНУ, НААН, власників землі й землекористувачів, підприємства, установи та організації, земельним ділянкам яких завдано шкоди та збитків унаслідок збройної агресії.

Згідно з попередніми оцінками, загальна сума шкоди та збитків, завданих землям і ґрунтам України, станом на 1.09.2022 р. дорівнює 15,013 млрд дол. США, у тому числі:

а) втрати земельного фонду – 11,243 млрд дол. США, з яких:

-орієнтовні витрати на рекультивацію земель, які були порушені внаслідок бойових дій, – 171 млрд грн (або близько 4,672 млрд дол. США) (за оцінками ННЦ «ІГА імені О. Н. Соколовського»);

-завдані збитки власникам (землекористувачам) земельних ділянок сільськогосподарського призначення – 2,135 млн дол. США (за оцінками Київської школи економіки);

-витрати на відновлення меліоративних площ – 120 млрд грн (або близько 4 млрд дол. США) (за оцінками робочої групи «Нова аграрна політика» Плану відновлення України);

-витрати на розмінування – 436 млн дол. США (за оцінками Державної служби України з надзвичайних ситуацій).

б) шкода, завдана земельним ресурсам і ґрунтам унаслідок забруднення ґрунтів і засмічення земельних ділянок (згідно з даними Оперативного штабу при Держекоінспекції), – 138 млрд грн (або близько 3,770 млрд дол. США).

Зазначені оцінки шкоди та збитків є попередніми, їх величина динамічно змінюється й остаточно може бути визначена після завершення війни.

УДК 631.48

**МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БЕЗКОШТОВНИХ ДЖЕРЕЛ
СУПУТНИКОВИХ ДАНИХ (КОСМІЧНИХ ЗНІМКІВ) ДЛЯ
ДИСТАНЦІЙНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ ҐРУНТІВ,
ПОСТРАЖДАЛИХ ВІД ВЕДЕННЯ БОЙОВИХ ДІЙ**

В. В. Лебедь

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна*

swdiscover@gmail.com

**POSSIBILITIES OF USING FREE SATELLITE DATA SOURCES (SPACE IMAGES)
FOR REMOTE RESEARCH OF THE CONDITION AFFECTED SOILS
BY MILITARY ACTIONS**

V. V. Lebed

The possibility of using free space images to determine the condition of soils affected by military actions is considered. The district was chosen for the research, which was on the front line for about 5 months. In this territory, there is massive damage to the soil by many types of projectiles from weapons of various calibers. The most informative were Sentinel-2 satellite images, which allow you to clearly trace the bursts from shells, estimate their density and the time of their appearance. In the future, data from space images can be used to assess damage from hostilities and conduct zoning of soil cover according to the degree of damage.

У зв'язку із збройною агресією РФ проти України набуває актуальності визначення впливу бойових дій на стан ґрунтового покриву. Застосування традиційного польового обстеження ґрунтів ускладнене через неможливість виїзду на об'єкти дослідження, що пов'язано з веденням інтенсивних боїв та/або тимчасовою окупацією територій.

У такій ситуації на допомогу може прийти застосування дистанційних методів дослідження ґрунтового покриву, зокрема використання космічних знімків. Їх можна використати для відстеження зміни стану ґрунтового та рослинного покриву з часом, що є важливою складовою для поповнення бази даних Українського ґрунтового інформаційного центру на базі ННЦ "ІГА імені О.Н. Соколовського".

Наразі існує велика кількість джерел супутникових даних, але міра їх доступності може кардинально різнитися. При цьому, можна виділити декілька категорій доступності таких джерел: безкоштовний та вільний доступ он-лайн

для перегляду знімків; вільний доступ з переглядом он-лайн та реєстрація на сайті для завантаження знімків; з попередньою реєстрацією для перегляду, аналізу та завантаження; безкоштовний доступ виключно для перегляду та платне завантаження космічних знімків. Від рівня доступу практично завжди залежить і просторове розрізнення космічних знімків. У даному аналізі джерел супутникових даних не будуть розглядатися ті, у яких доступ до завантаження та аналізу космічних знімків є платним.

Безкоштовні та вільні у доступі знімки мають, зазвичай, низьку роздільну здатність, що практично унеможливує проведення дослідження стану ґрунтів, постраждалих від ведення бойових дій. Такі знімки є оглядовими та дозволяють відрізнити великі за площею об'єкти, наприклад населені пункти, водойми, ліси, великі сільськогосподарські поля тощо.

Трохи краща ситуація із космічними знімками у джерелах супутникових даних, до яких є повний доступ через реєстрацію на сайті. Такі ресурси дають змогу не тільки переглядати знімки он-лайн, але й доволі часто проводити їх аналіз безпосередньо на сайті та завантажувати для подальшого використання в спеціалізованих програмах, зокрема в GIS.

Однак вибір космічних знімків не обмежується тільки їх доступністю, важливим є також тип сенсору супутника. Переважна більшість космічних знімків отримується за допомогою пасивних оптичних сенсорів, проте отримання таких знімків ускладнюється через високу хмарність та неможливе у темний період доби. Інший тип сенсорів, так звані радары (SAR), є активними, що дозволяє отримувати знімки у хмарну погоду та вночі.

Для даного дослідження було обрано територію в Ізюмському районі, біля населених пунктів Дібрівне та Довгеньке. Просування російських окупаційних військ у цій місцевості почалося 5 квітня (за даними інтернет-ресурсу DeepState). Ця територія знаходилася на лінії фронту близько 5 місяців і за цей час ґрунти значно постраждали від постійних обстрілів.

При аналізі безкоштовних джерел супутникових даних, як радарних, так і оптичних виявилось, що найбільш детальні космічні знімки серед таких отримуються із супутників Sentinel Європейського космічного агентства.

Є два види цих супутників, які можна використати саме для дослідження ґрунтового покриву: радарний Sentinel-1 та оптичний Sentinel-2. Відповідно отримання та обробка даних цих супутників будуть кардинально відрізнятися.

Як доступний та зручний ресурс для завантаження знімків Sentinel-1 можна використовувати NASA Earthdata Search, де є можливість обрати знімки на конкретну територію за певну дату. Зображення потребують обробітку у спеціалізованих програмах, наприклад, таких як платне програмне забезпечення ENVI SARscape, ArcGIS Pro, або вільне у доступі — SNAP.

Аналіз доступних радарних зображень Sentinel-1 у програмі SNAP показав, що вони можуть застосовуватися для виділення типів угідь, окремих полів, побудови моделей рельєфу тощо, та не можуть бути використані для ідентифікації пошкоджень ґрунтів, таких як вирви від снарядів.

Для отримання оптичних зображень Sentinel-2 найбільш зручним є Sentinel Hub EO Browser, де можна не тільки завантажити знімки, а й зробити аналіз прямо на сайті за різними темами. Також є можливість самому досліднику під власні задачі комбінувати доступні канали видимого світла, NIR, SWIR та інших, а також є функція порівняння різночасових знімків. Завантаження знімків здійснюється як повністю, так і з вибором певної ділянки зображення у різних форматах. Знімки Sentinel-2 доступні у максимальному просторовому розрізненні 10 м на піксель для мультиспектрального каналу, що перевищує показник супутників Landsat (30 м).

Аналіз космічних знімків супутників Sentinel-2 показав, що їх можна ефективно використовувати для ідентифікації скупчень вирв від снарядів малого калібру і поодиноких вирв – великого калібру та авіаударів. Перспективним є застосування різноманітних індексів та комбінацій каналів для визначення пошкоджень поверхні ґрунту.

Такі дані, як додаткове джерело, значно підвищують інформативність досліджень для моніторингу стану ґрунтового покриву, постраждалого від ведення бойових дій та поповнюють базу Українського ґрунтового інформаційного центру для подальшого використання у ґрунтознавчих дослідженнях.

УДК 63:54; 631.8; 631.171:631.5

ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ЧОРНОЗЕМІВ ПІСЛЯ ВОЄННОЇ ІНТЕРВЕНЦІЇ РОСІЙСЬКОЇ ФЕДЕРАЦІЇ

М. В. Лісовий, В. М. Ніконенко, О. І. Сліденко

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського» м. Харків, Україна

labl@meta.ua

RESTORATION OF THE FERTILITY OF THE CHERNOZEM AFTER THE MILITARY INTERVENTION OF THE RUSSIAN FEDERATION

M. V. Lisovyi, V. M. Nikonenko, O. I. Slidenko

During the period of military intervention of the Russian Federation, Ukrainian chernozem of experienced large losses of humus, exchangeable calcium and mobile compounds of nitrogen, phosphorus and potassium. In order to restore the lost humus, it is necessary to increase the input of plant and animal remains into the soil; apply organic fertilizers to the soil; periodically introduce calcium-containing substances; optimize crop rotations with the introduction of crops that leave a significant amount of above-ground and root residues; to increase the area of cultivation of perennial legumes; grow siderates and intermediate crops with plowing of green mass into the soil; create favorable water and temperature regimes in the soil for the development of positive microflora. To stop the decalcification process, it is necessary to ensure the introduction of calcium-containing substances at the rate of 5–10 t/ha of CaCO₃. In order to restore the reserves of nutrients in the soil, it is necessary to annually apply mineral fertilizers in optimal rates for crops according to soil and climatic zones. The terms of restoring the fertility of chernozems, which have undergone degradation processes as a result of the intervention of the Russian Federation, are 5–10 years.

Чорноземні ґрунти України за період воєнної інтервенції російської федерації зазнали великих втрат гумусу, обмінного кальцію та рухомих сполук азоту, фосфору й калію.

Особливо значні втрати специфічної органічної речовини – гумусу. У зв'язку із зменшенням обсягу надходження свіжої рослинної маси в ґрунт, знижується процес гумусоутворення, і переважає процес мінералізації, при цьому кількість новоутвореного гумусу знижується на 20-30 %. З метою відновлення втраченого гумусу за період воєнної агресії потрібно впроваджувати низку таких агрозаходів: збільшити надходження в ґрунт рослинних і тваринних решток, які забезпечать новоутвореним гумусом компенсацію мінералізованого гумусу за період агресії; вносити в ґрунт органічні добрива в оптимальних нормах під сільськогосподарські культури за ґрунтово-кліматичними зонами;

періодично вносити кальцієвмісні речовини (вапно, гіпс, дефекація тощо), що посилюють фіксацію в ґрунті новоутворених гумусових сполук; оптимізувати сівоzmіни із введенням культур, що залишають значну кількість надземних та кореневих решток; збільшити площі вирощування багаторічних бобових трав; вирощувати сидерати та проміжні культури із заорюванням зеленої маси в ґрунт; створювати сприятливі водний і температурний режими в ґрунті для розвитку корисної мікрофлори.

Другим важливим фактором з відновлення родючості чорноземів є застосування карбонатів кальцію. Відомо, що обмінний кальцій виконує багатосторонню роль у ґрунті. Перш за все, спільно із свіжою рослинною масою під дією мікробіологічних і ферментативних реакцій, забезпечує інтенсивний процес гумусоутворення, оптимізує реакцію ґрунтового розчину, покращує фізико-хімічні властивості та закріплює органо-мінеральні колоїди в ґрунті. За період війни карбонати кальцію в ґрунт не вносили, що призвело до процесу декальцинації та втрати родючості чорноземів. Для призупинення цього процесу потрібно забезпечити внесення кальцієвмісних речовин (гіпс, вапно, дефекація, кальцій, мергель, крейда та ін.) в нормах 5–10 т/га CaCO_3 . Краще всього застосовувати кальцієвмісні місцеві сировинні ресурси. Внесення карбонатів кальцію, в першу чергу, потребують ґрунти лісостепової зони: сірі лісові, темно-сірі опідзолені, чорноземи вилугувані, чорноземи опідзолені, чорноземи типові.

Третім не менш важливим фактором зниження родючості чорноземів за період воєнної інтервенції Російської Федерації є втрати з ґрунту рухомих сполук поживних речовин – азоту, фосфору й калію. Мінеральні добрива в ґрунт не вносили, отже, запаси поживних речовин поступово знижуються, що негативно впливає на рівень урожайності сільськогосподарських культур у наступні роки. Для відновлення запасів поживних речовин у ґрунті потрібно щорічно вносити мінеральні добрива в оптимальних нормах під культури за ґрунтово-кліматичними зонами.

Терміни відновлення родючості чорноземів, які зазнали деградаційних процесів у результаті інтервенції російської федерації, становлять 5–10 років.

УДК 631.95:504.54:504.06

УПРАВЛІННЯ ЕКОЛОГІЧНИМИ РИЗИКАМИ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ В УМОВАХ ВОЄННОГО СТАНУ ТА ПІСЛЯВОЄННОГО ВІДНОВЛЕННЯ КРАЇНИ

А. М. Ліщук, А. І. Парфенюк

Інститут агроекології і природокористування НААН, м. Київ, Україна

[*lishchuk.alla.n@gmail.com*](mailto:lishchuk.alla.n@gmail.com)

MANAGEMENT OF ENVIRONMENTAL RISKS IN AGRICULTURAL IN THE CONDITIONS OF MARITAL STATE AND POST-WAR RECONSTRUCTION OF THE COUNTRY

Lishchuk Alla, Parfenyk Alla

The relevance of study regarding the assessment of the level environmental risks of contamination by toxic harmful substances of soils that have undergone destruction and degradation as a result of military operations is substantiated. The use of ecologically safe methods of cleaning chemically contaminated soils will ensure rehabilitation, restoration of damaged territories and their return to land use.

У зв'язку із вторгненням російської федерації та воєнними діями на території України посилюється загострення проблеми виникнення глобальних екологічних ризиків для аграрного виробництва нашої держави. Насамперед, це стосується сільськогосподарських територій, які опинилися безпосередньо, або поблизу епіцентру проведення активних бойових дій. Сільськогосподарські землі зазнають екологічного ризику деградації ґрунтів через руйнацію, пошкодження чи видалення верхнього родючого шару ґрунту внаслідок розривів снарядів, проїзду важкої техніки та будівництва укріплень і фортифікацій; розливу на ґрунт паливно-мастильних матеріалів військової техніки тощо.

Нині основні антропогенні чинники екологічних ризиків зумовлені полікомпонентним забрудненням токсичними шкідливими речовинами, що призводить до загрози забруднення атмосфери, природних екосистем та агроекосистем, сільськогосподарської рослинницької продукції, поверхневих і підземних водних джерел та ін. Забруднення агросфери спричинено викидами надзвичайно токсичних хімічних речовин у повітря внаслідок численних вибухів боєприпасів, пожеж з утворенням токсичних хімічних речовин і осіданням забруднювальних частинок токсикантів на сільськогосподарських угіддях.

Токсичними хімічними речовинами є: діоксини, феноли, формальдегід, бензапірен, перхлорати, ароматичні вуглеводні (бензол, толуол, ксилол), важкі метали, оксиди карбону, нітрогену та сульфуру, залишки вибухових речовин, сажа та інші токсичні сполуки. У зв'язку з цим, ще більшої актуальності набувають дослідження щодо оцінювання рівня екологічних ризиків в аграрному виробництві для запобігання негативним наслідкам впливу антропогенних, біотичних і абіотичних факторів на агроєкосистеми та гарантування їхньої екологічної безпеки.

Відділ агробіоресурсів і екологічно безпечних технологій Інституту агроєкології і природокористування НААН виконує одне з фундаментальних завдань за програмою наукових досліджень 06 «Екологічна безпека аграрного виробництва в умовах змін клімату (Екологічна безпека агросфери)». Основною метою досліджень упродовж 2021–2025 рр. є мінімізація екологічних ризиків в аграрному виробництві за вирощування сільськогосподарських культур і підвищення екологічної безпеки агроєкосистем. Концептуальні наукові основи управління екологічними ризиками в аграрному виробництві включають: оцінку впливу антропогенних, біотичних та абіотичних факторів як чинників екологічних ризиків в агроценозах за вирощування сільськогосподарських культур; запобігання негативним наслідкам впливу антропогенних, біотичних і абіотичних факторів на агроєкосистеми; процесний підхід до управління екологічними ризиками для забезпечення мінімізації їх впливу на агроценози та підвищення безпеки агроєкосистем.

Актуальність проблеми комплексного управління екологічними ризиками в аграрному виробництві за вирощування сільськогосподарських культур полягає в тому, що значна кількість антропогенних, абіотичних та біотичних чинників мають безпосередній чи потенційний вплив на формування екологічних ризиків в агроландшафтах, які, в кінцевому результаті, призводять до зниження продуктивності агроценозів.

Попередніми дослідженнями у цьому напрямі встановлено закономірності впливу абіотичних чинників – динаміки кліматичних змін (температурного режиму, умов вологозабезпечення, прояву посушливих явищ) та деградаційних процесів у ґрунтах на стан рослинності та продуктивність агроценозів.

Подальшим перспективним напрямом досліджень є вивчення впливу антропогенних чинників на формування екологічних ризиків в агросфері, що зумовлені забрудненням токсичними шкідливими речовинами внаслідок воєнних дій.

Окрім того, у відділі напрацьовано достатню кількість наукових розробок щодо ремедіації та відновлення деградованих ґрунтів, розроблено та науково обґрунтовано концепцію реабілітації забруднених земель. Концепція включає алгоритм очищення доступними методами ґрунтів, забруднених стійкими органічними забруднювачами, підвищення їхньої якості та оцінювання придатності для використання у різних галузях сільського господарства. В Концепції об'єднано шляхи практичного впровадження екологобезпечних методів очищення забруднених пестицидами територій та подальше використання реабілітованих земель у сільськогосподарській діяльності України.

Подолання екологічних наслідків механічного пошкодження та забруднення ґрунтів небезпечними викидами внаслідок воєнних дій передбачає проведення комплексного агроекологічного моніторингу. Такий моніторинг забезпечить: виявлення зон підвищеного антропогенного навантаження; визначення ступеню хімічної та механічної деградації ґрунтів. Слід зазначити, що своєчасне виявлення зон хімічної деградації забезпечить цілеспрямованість застосування заходів ремедіації забруднених зон та поліпшення екологічної ситуації в зонах використання екологобезпечних методів очищення ґрунту.

Агроекологічний моніторинг слід проводити з урахуванням таких чинників: загальна екологічна ситуація; необхідність очищення ґрунту на забруднених чи механічно пошкоджених ділянках; специфічність ділянки (її унікальні характеристики), що потребує очищення; обсяг забрудненого ґрунту; наявність карстових порід на ділянці або поруч з нею; міграція забруднювальних речовин у профілі ґрунту та можливість їхньої міграції у підґрунтові води; довгострокова ефективність та стабільність очищення ґрунту; практична та економічна ефективність технологій очищення; перспективи подальшого використання реабілітованих ґрунтів у землекористуванні (під забудівлю, для посадки лісозахисних смуг, з рекреаційною метою чи для вирощування сільськогосподарської продукції тощо).

Таким чином, використання алгоритму реабілітації забруднених ґрунтів забезпечить ефективність застосування (або оптимальне поєднання) екологічно безпечних методів очищення хімічно забруднених чи механічно пошкоджених ґрунтів, відновлення територій та повернення їх у використання.

УДК 631.4:628.179.2

PHYTOREMEDIATION OF TECHNOLOGICALLY AFFECTED AREAS USING SEWAGE SLUDGE

V. I. Lopushniak¹, G. M. Hrytsuliak², T. Jakubovsky³

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine
lopushniak@i.ua

²Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas,
Ivano-Frankivsk, Ukraine

³University of Agriculture in Krakow, Poland

ФІТОРЕМЕДІАЦІЯ ТЕХНОГЕННО УРАЖЕНИХ ТЕРИТОРІЙ ЗІ ЗАСТОСУВАННЯМ ОСАДУ СТІЧНИХ ВОД КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Василь Лопушняк, Галина Грицуляк, Томаш Якубовський

Фітоенергетичні культури добре відгукуються на застосування добрив, що сприяє активізації фізіологічних процесів у рослинах, підвищенню продуктивності фітоценозів, нагромадженню фітомаси. З огляду на сучасний стан ринку добрив, одним з реальних шляхів поліпшення режиму мінерального живлення енергетичних культур є внесення осаду стічних вод (ОСВ), або його компостів з органічними матеріалами (тирсою деревних порід, соломом зернових культур).

В наших дослідженнях на підзолістому ґрунті варіанти з унесенням компостів (ОСВ + тирса (3:1)) – 60 т/га; (ОСВ + солома (3:1)) у нормі 20 – 60 т/га і варіанти з внесенням 20 – 40 т/га свіжого ОСВ відзначалися близькими до оптимальних показниками коефіцієнтів біологічного нагромадження важких металів у рослинах, інтегральних показників забруднення ґрунту і рослинного покриву, зумовлювали підвищення вмісту органічної речовини у шарі ґрунту 0 – 40 см, сприяли підвищенню частки гумінових кислот у гумусі.

Застосування свіжого осаду стічних вод у нормі 60 – 80 т/га зумовлювали підвищення вмісту органічної речовини у ґрунті, однак зумовлювали суттєве погіршення екологічних показників ґрунтового покриву. У цих варіантах відзначено найвищий вміст у корневих системах і пагонах Pb, As, Sr, Y, а також найвищими показники Інтегрального забруднення ґрунтового і рослинного покриву, Індекси внутрішньо-тканинного забруднення рослин.

Insidious military invasion of Ukraine actualized a number of problems that require urgent solutions. Among them, the ecological problems of restoring the soil cover, which, as a result of military operations, was subjected to additional merciless

processes of physical and chemical degradation and pollution. The problem of energy independence of the state also needs an urgent solution, including the issue of reducing the import of fossil fuels.

During the last decade, many researchers point to the significant potential of our country in the use of renewable energy sources, in particular biomass, including the cultivation of phytoenergy crops. Expanding the area of cultivation of phytoenergy crops on degraded soils can be one of the aspects of solving the problem of energy dependence, as well as the problem of reclamation of polluted and technogenically affected soils.

Characterized by a high growth rate, the accumulation of a significant amount of biomass, the intensity of assimilation of nutrients, as well as the intensive translocation of pollutants and their bioaccumulation by vegetative organs, such crops can be successfully used for phytoremediation of polluted areas.

Among the energy crops studied by us for use in phytoremediation technologies, energy willow, *Sylphia sylphia*, long-legged perennial plants – miscanthus, switchgrass, which are distinguished by high intensity of phytoextraction of heavy metals and organic pollutants, significant bioaccumulation and translocation in underground and above-ground plant organs, are promising for use in phytoremediation technologies. Accumulating a large amount of biomass, these cultures are characterized by high degradative toxicity, affect the phytotransformation and phytodegradation of organic compounds that remain in the soil environment as a result of residues of combustion products, explosives, oil products, etc. By forming powerful deeply penetrating root systems, these cultures promote the activation of microbiological processes in the soil, enhance rhizofiltration, and create a microenvironment around the root system that promotes the concentration and penetration of toxic compounds into plants.

On the other hand, phytoenergetic crops respond well to the application of fertilizers, which helps to activate physiological processes in plants, increase the productivity of phytocenoses, and accumulate phytomass. Given the current state of the fertilizer market, one of the real ways to improve the mineral nutrition regime of energy crops is the introduction of sewage sludge (SS) or its composts with organic materials (wood sawdust, grain straw).

In our studies, on podzolic soil, options with compost application (SS + sawdust (3:1)) – 60 t/ha; (SS + straw (3:1)) at a rate of 20 – 60 t/ha and options with the introduction of 20–40 t/ha of fresh SS were noted to be close to optimal indicators of the coefficients of biological accumulation of heavy metals in plants, integral indicators of soil pollution and plant cover, led to an increase in the content of organic matter in the 0–40 cm soil layer, contributed to an increase in the proportion of humic acids in humus.

The use of fresh sewage sludge at the rate of 60-80 t/ha led to an increase in the content of organic matter in the soil, but led to a significant deterioration of the ecological indicators of the soil cover. In these options, the highest content of Pb, As, Sr, Y in the root systems and shoots was noted, as well as the highest indicators of Integral contamination of soil and plant cover, Indices of intra-tissue contamination of plants.

УДК 504.53.062.4: 504.054

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА АГРОСФЕРУ ЗОНИ ПОЛІССЯ

Р. Я. Мелимука

ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»

м. Харків, Україна

r.melymuka22@gmail.com

THE IMPACT OF MILITARY OPERATIONS ON THE AGRARIAN SPHERE OF THE POLISSYA ZONE

R. Y. Melymuka

The armed aggression unleashed by the russian federation has changed the life of every Ukrainian and the functioning of many spheres of life, including the agricultural sector. Changes are undergoing not only the territories where active hostilities are taking place, but also relatively peaceful areas. First of all, the environmental situation is deteriorating, which reduces the level of soil fertility. One of the components of the restoration of food security in the post-war period is to increase soil fertility where there were no hostilities, in particular through the use of cost-effective measures.

Повномасштабне вторгнення ворога на територію України змінило життя без винятку кожного українця, а також будь-якої сфери, у тому числі й аграрної.

Варто відзначити, що і як люди зазнали змін не лише ті, котрі перебувають безпосередньо у зоні бойових дій, але і кожен громадянин країни, так і зміни ґрунтового покриву відбуваються не лише там де ледь не щодня курсує важка техніка, розриваються артилерійські та ракетні снаряди, але й у відносно спокійних регіонах, яким можна назвати зону українського Полісся. Важливу роль в даному аспекті грає забруднення родючого шару хімічного характеру, коли під час детонування ракет та артилерійських снарядів, а також аварій на військових підприємствах або складах озброєнь, утворюється ціла низка хімічних сполук: важкі метали, радіоактивні сполуки, чадний газ, вуглекислий газ, водяна пара, бурий газ, закис азоту та ряд інших, перерахунок яких займе достатньо часу. Зокрема оксиди сірки та азоту, які попадають до атмосфери, можуть спричинити кислотні дощі, котрі потраплять у ґрунт за десятки, а подекуди і сотні кілометрів від безпосередньої зони вибуху. Кислотні дощі змінюють рН ґрунту, отже створюють несприятливі умови для росту та розвитку більшості сільськогосподарських культур, а також викликають їх опіки та опіки дерев, в даному аспекті особливо чутливими є хвойні рослини, які складають левову частку лісових насаджень зони Полісся.

Велика кількість газів, що утворюються під час вибухів, посилюють парниковий ефект, відтак кількість органічного вуглецю в товщі ґрунтового покриву зменшується. Даний процес призводить до втрати гумусу та зниження рівня родючості земель. Слід зазначити, вміст гумусу фонових для зони Полісся дерново-підзолистих ґрунтів є низьким, а числові показники рідко перевищують 2 %.

У перші місяці війни бойові дії проходили безпосередньо в межах зони Полісся, проте найстрашніше – це те, що вони не минули зону відчуження ЧАЕС, що не може негативно не відзначитись на екологічній ситуації місцевості. Відтак є ризик підвищення рівня забруднення сільськогосподарських угідь радіонуклідами, які, зокрема на ґрунтах легкого гранулометричного складу зони Полісся, мають більш руйнівний характер ніж на землях Степу та Лісостепу, оскільки міграційна здатність радіоактивних сполук значно більша у легких ґрунтах ніж у більш важких.

Також варто відмітити, що міграційна здатність радіонуклідів в органогенних ґрунтах вища ніж у мінеральних у понад 3 рази. Поміж іншим інтенсивність переходу радіонуклідів із ґрунтового покриву до продуктів харчування певною мірою залежить від вмісту гумусу в родючому шарі ґрунту, його кислотно-лужного балансу та рівня забезпеченості рухомими формами фосфору і калію. Тому саме ґрунти зони Полісся в цьому аспекті є найбільш вразливими та потребують моніторингу та контролю рівня забруднення руйнівними радіоактивними сполуками.

Внаслідок проведення бойових дій підвищується і вміст важких металів у товщі ґрунтового покриву, що погіршує екологічні властивості ґрунтів, зменшує кількість та різноманітність ґрунтових мікробіоценозів та підвищує вміст важких металів у продуктах харчування.

Проте, враховуючи все вищесказане, сільськогосподарські угіддя зони Полісся зазнали значно менших збитків ніж ґрунти східних та південних регіонів країни, тому важливим аспектом у післявоєнний період, з метою стабілізації економічної та продовольчої безпеки, є запровадження заходів, спрямованих на підвищення продуктивності низькородючих ґрунтів Полісся.

УДК 632.15; 631.618

RESTORATION OF SOILS CONTAMINATED WITH OIL PRODUCTS DUE TO MILITARY DAMAGE TO REFINERIES, PIPELINES AND TANKS

**M. Miroschnyenko¹, E. Panasenko¹, E. Hladkikh¹, A. Volosheniuk¹,
A. Zvonar¹, O. Kraynyukov², I. Miroschnyenko², I. Kryvytska³**

¹*National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O. N. Sokolovsky»*

²*Ukrainian Scientific Research Institute of Environmental Problems*

³*V. N. Karazin Kharkiv National University*

Kharkiv, Ukraine

ecosoil@meta.ua

ВІДНОВЛЕННЯ ҐРУНТІВ, ЗАБРУДНЕНИХ НАФТОПРОДУКТАМИ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВОГО ПОШКОДЖЕННЯ НАФТОПЕРЕРОБНИХ ЗАВОДІВ, ТРУБОПРОВОДІВ І РЕЗЕРВУАРІВ

Мірошніченко М. М., Панасенко Є. В., Гладкіх Є. Ю., Волошенюк А. П., Звонар А. М.,
Крайнюков О. М., Мірошніченко І. М., Кривицька І. А.

З початком російської агресії в Україні об'єкти нафтогазової галузі неодноразово зазнавали уражень, що призвело до аварійних викидів нафти і нафтопродуктів на поверхню ґрунту. У імітаційних експериментах на чорноземах визначено технологічні рівні забруднення нафтою і встановлено, що процес самоочищення ґрунту був більш інтенсивним із меншим початковим забрудненням. Природне самоочищення чорнозему відбувається при вмісті вуглеводнів до 4000 ррт, а у інтервалі від 4000 до 20000 ррт необхідна стимуляція їхнього біорозкладу. При надходженні нафти 40 л/м² шар забрудненого ґрунту не перевищував 40-45 см, а концентрація вуглеводнів становила від 8 до 25 % від маси ґрунту. Розроблено комплекс рекультиваційних заходів з урахуванням поглинальної здатності ґрунтів до різних нафтопродуктів та інтенсивності їх біодеградації.

Soils provide sustainable functioning of ecosystems due to their resistance to various pollutants, including petroleum products. Unfortunately, soils also suffer primarily from accidents at oil refining and transportation facilities. Oil refineries and storage of oil products, as well as communicated pipelines are often located quite close to the sources of water supply and agricultural land.

With the beginning of russian aggression in Ukraine, rockets, aerial bombs and artillery shelling, which led to significant damage and large-scale fires, repeatedly hit these facilities. As a result, part of the oil products burned on the surface, but a large amount could seep into the deep soil layers. The area of contaminated plots may vary.

Earlier soil surveys have shown contamination spots even at a distance up to 50 m from the potentially dangerous objects. The maximum depth of migration of oil products in the soil profile exceeded 150 cm, and vegetation was absent on the surface.

In recent years, we have determined the technologic levels of oil contamination in numerous simulation experiments on Chernozems. It is found that in case of input crude oil 25.6 l/m², the total petroleum hydrocarbons (TPH) content in the top 20 cm layer decreased by a quarter in one year compared to the first month, and decreased by 60 % in 2 year. Huesemann (1996) defined the intensity of "passive" biodegradation of TPH as 2.5-10 ppm per day. Our research shows that self-cleaning process was more intense with lower initial contamination. During two years, soil lost 91 % from the initial TPH quantity at 0.4 l/m², and 84 % – at 1.6 l/m². However, TPH biodegradation process was continued, and CO₂ emission flux exceeded uncontaminated soil (0.116–0.151 kg/ha per hour and 0.082 kg/ha per hour, respectively). According to this research, the natural self-cleaning of Chernozem going well at TPH content of up to 4000 ppm.

Stimulation of TPH biodegradation is necessary when their content is from 4000 to 20000 ppm. Soil microbial coenosis undergoing drastic changes within this interval. The number of actinomycetes and bacteria assimilating organic nitrogen decreases, and the number of fungi and microorganisms assimilating mineral nitrogen increases. According to different sources, the optimal ratio C:N:P for TPH biodegradation is 100–300:10:1–3 (Włodyka-Bergier, 1997; Chen et al., 2019; Yaman, 2020; Ouriache et al., 2020). Therefore, nitrogen fertilizers accelerate biodegradation, and it will promote to achieve the acceptable TPH level in 3-5 years.

At higher contamination (more than 20000 ppm) it is necessary to use special cultures of microorganisms, and only removal of top layer can help at very high levels.

Phytotoxicity of petroleum products lasts from 6 months in case of gasoline contamination, 1–2 years — diesel fuel and more than 4 years — engine oils. After this, it is advisable to sow a mixture of cereal grasses resistant to oil. Petroleum products filter through the soil very quickly. Speed of the TPH radial flow can vary from 1-5 m/hour in coarse-porous soil to few mm per hour in very compacted layers.

Therefore, all liquid contaminants have to be removed from surface as soon as possible, and use of adsorbents (zeolites, vermiculites, bentonites, etc.) should be mandatory with the leakage of petroleum products from tanks or pipes that avoids the ingress of TPH into natural waters.

The depth of soil layer contaminated by heavy fractions of TPH largely depends on its physical properties: texture, structure, moisture and density. The contaminated layer under oil input 40 l/m² did not exceed 40–45 cm, while TPH concentration was from 8 to 25 % depending on the above-mentioned properties. Recent study Ma et al. (2016) confirms these patterns in case of diesel contamination.

The complex of measures for remediation has been developed taking into account soils absorptive capacity to various petroleum products and intensity of their biodegradation. The sequence of restoration of contaminated lands around the damaged object of the oil-refining infrastructure should include technical, chemical-ameliorative and biological measures.

In case of no or weak fire, the first step should be a mechanical removal of topsoil is in the center of polluted spot. We have recommended take off at least 60 cm because oil-holding capacity of loam soil is around 20-25 % but TPH does not burn down below 20 cm from the surface. This can lead to repeated fire in the future. In case of severe fire, soil losses light hydrocarbon vapors and became no so much dangerous.

Then, on the periphery of the visually contaminated site as well as in the case of slight contamination, it is sufficient to improve soil aeration by loosening and fertilize by nitrogen. Repeated loosening to a depth of 10-12 cm is carried out on the entire contaminated area where the soil was not removed, six months to a year (in April-October) after the first loosening. The most common perennial grasses used for remediation oil-contaminated soils are tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) and perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) that have deep and extensive root systems, tolerance to drought, low pH, and cold temperatures (Cooch and Hesterberg, 2013). Our research on Chernozem shows that plant sowing is useful only after TPH content up to 1000 ppm.

Thus, despite the lack of necessary resources in wartime, the recovery of oil-contaminated soils is possible using combination of their self-cleaning, biological remediation methods and engineering solutions.

УДК 631.431.7:632.125

ПЕРЕУЩІЛЬНЕННЯ ЯК ПРОЯВ ФІЗИЧНОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ В РЕЗУЛЬТАТІ ВЕДЕННЯ ВОЄННИХ ДІЙ

І. В. Пліско

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені
О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна*

irinachujan@gmail.com

COMPACTION AS A MANIFESTATION OF PHYSICAL DEGRADATION OF SOILS AS A RESULT OF THE CONDUCT OF MILITARY ACTIONS

I. V. Plisko

The determination of the soil density was carried out within the agricultural field (control) and on the road artificially formed as a result of the passage of enemy military equipment in the field near the village of Kutuzivka, Kharkiv district, Kharkiv region. It has been established that the process of over-compaction is developing in the place of artificially formed passages of military equipment. In the soil layer of 0-10 cm, the density of the soil is 1.37 g/cm³, which is a significant obstacle for the cultivation of agricultural crops in the post-war period. On control, the density of the arable layer ranges from 0.98 to 1.16 g/cm³.

The conducted research once again confirms the need to develop effective measures to overcome the negative consequences of physical degradation caused by military operations on the territory of Ukraine.

У зв'язку зі збройною агресією росії проти України, яка розпочалася 24 лютого 2022 року і продовжується дотепер, вкрай актуальними є питання, пов'язані з впливом воєнних дій на навколишнє середовище, в цілому, і на ґрунтовий покрив, зокрема.

Рух і маневри військової колісної або гусеничної важкої техніки є одним з найважливіших факторів, який негативно впливає на ґрунт. Внаслідок проходів військового транспорту по полю збільшується, насамперед, щільність будови ґрунту та зменшується його пористість. Негативний вплив проходів важкої техніки по полю лише посилюється за умов збільшення вологості ґрунту (P.S. Althoff et al., 2004; A.V. Anderson et al., 2005).

За межі гранично допустимих виходять і стають загрозливими великі техногенні навантаження, які викликані переміщенням військових транспортних засобів, перш за все, гусеничної техніки, що призводить до ерозії ґрунтів,

замулення або заболочення місцевості. В результаті проїздів автомобільної та гусеничної техніки за межами доріг, особливо на перезволожених ґрунтах, відмічається руйнування дернового шару та переущільнення ґрунту, в результаті чого змінюється режим водоносних горизонтів.

Важка військова техніка завдає серйозної шкоди ґрунту, зокрема, відбувається пошкодження структури ґрунту, зменшується об'єм пор, ускладнюється доступ води та кисню до ґрунту. Використання техніки в умовах вологого ґрунту збільшує глибину ущільнення в профілі. Наприклад, навантаження 10 т на вісь або більше на вологих ґрунтах може призвести до ущільнення на глибину більше 60 см (К.Н. Batanouny, M.A., 1991). Оскільки це значно нижче глибини традиційного обробітку ґрунту, ущільнення з більшою ймовірністю збережеться. Однак на ґрунтах, де спостерігається дефіцит вологи, проблема може бути значно меншою.

Щільний ґрунт вимагає рекультивації, дискування або глибокого розпушування. Але ці методи відновлюють лише поверхневий шар ґрунту, до 40 см, а підґрунтя все ще залишається надто ущільненим.

Наслідки переущільнення призводять до порушення структури ґрунту з руйнуванням ґрунтових пор, збільшенням твердості та щільності будови орного шару, а також утворенням брил (часточок розміром > 10 мм), порушенню циркуляції води та повітря всередині ґрунтових шарів та терморегуляції ґрунту. Дослідним шляхом було встановлено, що переущільнений ґрунт швидше й сильніше прогрівається, а також швидше охолоджується. Коливання температур протягом доби будуть більш значними та різкими, що негативно впливає на рослини. При цьому знижується вологозабезпеченість рослин і аерація, погіршуються деякі важливі біологічні процеси, порушується процес випаровування вологи. Рух вологи у нижні шари ґрунту обмежується, через що вона накопичується у верхньому шарі та може спричинити кисневе голодування коренів рослин. Окрім того, порушення вологообміну може стати причиною утворення на полях так званих «блюдець».

Відбувається пригнічення та порушення росту коренів рослин, тому коренева система здебільшого формується неправильно та часто є недорозвиненою. Кількість великих пор у такому ґрунті зменшується, через що корені рослин не мають змоги рости вільно й без опору з боку ґрунтового шару.

Ущільнення ґрунту відбувається, коли його частинки стискаються разом, зменшуючи поровий простір між ними. Сильно ущільнені ґрунти містять незначну кількість великих пор, через що загальний об'єм пор зменшується, а щільність будови ґрунту, відповідно, збільшується.

Щільний ґрунт має занижену швидкість як проникнення води, так і дренажу. Це зумовлено тим, що великі пори більш ефективно переміщують воду вниз через ґрунт, ніж дрібніші пори. Крім того, в ущільнених ґрунтах сповільнюється обмін газів, викликаючи збільшення ймовірності виникнення проблем, пов'язаних з аерацією.

В ході досліджень, у вересні 2022 р. проведено визначення щільності будови чорнозему типового в польових умовах біля сел. Кутузівка Харківського району Харківської області, де відбувалися інтенсивні бойові дії у лютому–квітні 2022 р. Параметри щільності визначено (за ДСТУ ISO 11272:2001) на глибинах 0-10, 10-20 та 20-30 см на двох варіантах: 1 – в межах сільськогосподарського поля (контроль), яке не оброблялося та 2 – на дорозі, штучно утвореній внаслідок проходів ворожої військової техніки.

Встановлено, що на контролі щільність будови ґрунту в межах орного шару коливається від 0,98 до 1,16 г/см³. При цьому найменший показник щільності визначено для верхнього 0-10 см шару ґрунту, тоді як у шарі 10-20 відмічається збільшення щільності на 0,18 г/см³, що є свідченням існування «плужної підшви».

Параметри щільності будови ґрунту на 2 варіанті суттєво вищі, що свідчить про переущільнення у місці штучно утворених шляхів руху військової техніки. У поверхневому шарі 0-10 см щільність будови на 0,39 г/см³ вище порівняно з контролем. І саме у цьому шарі зафіксовано найбільше ущільнення ґрунту – до 1,37 г/см³, що є суттєвою перешкодою для вирощування сільськогосподарських культур у повоєнний час. У шарах 10-20 та 20-30 см щільність дещо зменшується: на 0,04 та 0,21 г/см³ порівняно з верхнім шаром дослідженого ґрунту відповідно.

У цілому, проведені дослідження ще раз підтверджують необхідність розробки ефективних заходів щодо подолання негативних наслідків фізичної деградації, спричиненої веденням військових дій на території України.

УДК 631.43: 632.125

МЕХАНІЧНА ТА ФІЗИЧНА ДЕГРАДАЦІЯ ОРНИХ ҐРУНТІВ УКРАЇНИ ВНАСЛІДОК ВОЄННОЇ АГРЕСІЇ

І. В. Пліско, К. Ю. Романчук, С. І. Криlach, С. Г. Накісько

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна*

irinachujan@gmail.com

MECHANICAL AND PHYSICAL DEGRADATION OF ARABLE SOILS IN UKRAINE AS A CONSEQUENCE OF MILITARY AGGRESSION

I. V. Plisko, K. Yu. Romanchuk, S. I. Krylach, S. H. Nakisko

The purpose of the research is to study the consequences of mechanical and physical degradation that occurred as a result of military operations. Field research was conducted on objects (fields) near the village Mala Rohan, Kharkiv district, Kharkiv region. It was established a decrease in the content of the medium sand fraction (particles 1-0.25 mm) by almost 2.2 times at the site of an aerial bomb explosion (100 kg) compared to an undamaged area of the field. There was a tendency to increase the content of the clay fraction (particles < 0.001 mm) and the content of particle < 0.01 mm in the blasted areas. As a result of determining the density of the soil by applying the developed pedotransfer quadratic model (by indicators of the content of humus and the particles < 0.01 mm), a significant increase in density — up to 1.36 g/cm³ was noted in the hole from the 330 mm caliber projectile. The lowest density parameter (1.17 g/cm³) was calculated in a hole from a 120 mm caliber projectile. The use of damaged soils is possible only under the conditions of development of a mandatory program for their rehabilitation after the end of hostilities, demining of de-occupied territories, disposal of ammunition, reclamation of such soils and monitoring works.

Вплив війни на навколишнє середовище часто недооцінюється через надзвичайну гуманітарну ситуацію, оскільки втрати людей та інфраструктури, звичайно ж, переважають усе інше. Однак військові дії вкрай негативно впливають не тільки на людство, але й на ґрунтовий покрив, особливо це питання є актуальним для сільськогосподарських (орних) ґрунтів. Погіршення найважливіших властивостей ґрунту може бути тривалим і настільки значним, що може суттєво знизити їх якість, порушити основні функції та суттєво знизити продуктивність, в результаті чого зростатиме ризик недоотримання продовольчої сільськогосподарської продукції.

Хоча воєнні дії в Україні все ще тривають, за кордоном і в Україні вже з'являються наукові публікації, що стосуються досліджень потенційного впливу та наслідків збройної агресії на ґрунтовий покрив (D. Rawtani et al., 2022; P. Pereira et al., 2022).

Ґрунти зазнають інтенсивного ущільнення важкою військовою технікою, спостерігаються зміни внаслідок розриву мін, снарядів, спорудження окопів, землянок, траншей тощо, утворення на значних площах вирв, ровів, ям, що порушує однорідність і цілісність ґрунтового покриву (С.П. Позняк, 2015, 2016; М.М. Hannah, 2016). Фізичні порушення ґрунту воєнними діями можуть бути дуже обмеженими у просторі, але також можуть поширюватися в регіональному масштабі. Все це сприяє порушенню верхнього шару ґрунту, збільшенню неоднорідності, знищенню значної частини рослинного покриву, підвищенню щільності будови та твердості ґрунту, зменшенню об'єму пор, ускладненню доступу води і кисню та руйнуванню його структурного складу, що призводить до зниження родючості орних ґрунтів (G. Certini et al., 2013; P. Broomandi et al., 2020). Тобто, розвиваються необоротні процеси механічної та фізичної деградації ґрунтів.

За підрахунками, проведеними в рамках проекту «Оцінка шкоди довкіллю у Східній Україні», що реалізується Координатором проектів ОБСЄ в Україні (Environmental Assessment ..., 2017), встановлено, що вибухом 15,5 тисяч снарядів на території площею 225 км² поблизу Савур-Могили Шахтарського району Донецької області було зміщено щонайменше 91 400 м³ ґрунту. За такої щільності залягання вирви практично повністю знищують ґрунтовий покрив та роблять його непридатним для використання.

Важка військова техніка також ущільнює ґрунт, роблячи його менш проникливим для води та коріння рослин, що провокує розвиток водної та вітрової ерозії (P.S. Althoff et al., 2010). Висока вологість ґрунту під час проїзду важкої техніки збільшує глибину ущільнення в профілі ґрунту (S. Peggy et al., 2005). Переущільнення може тимчасово знизити врожайність на 10–60 %, оскільки ускладняється доступ до коренів поживних речовин, води та добрив із ґрунту. Вчені зі штату Канзас (P.S. Althoff et al., 2010) встановили, що ґрунт, ущільнений гусеничним військовим транспортом у сухому стані, відновився лише за один рік, а для відновлення ущільненого вологого ґрунту необхідно до чотирьох років.

Проте використання гусеничного танку, навіть за один проїзд, може призвести до значного приповерхневого (від 0 до 15 см) ущільнення ґрунту — до $1,4 \text{ г/см}^3$, особливо на ґрунтах легкого гранулометричного складу, і величина щільності будови ґрунту збільшується у місцях повороту техніки (A. Retta et al., 2013).

З розумінням актуальності вивчення наслідків механічної та фізичної деградації, що виникла в результаті ведення воєнних дій на території України, було проведено польові дослідження на об'єктах (полях) у Харківському районі Харківської області, які зазнали активних бойових дій. Проби ґрунту відібрано (за ДСТУ 4287:2004) для визначення гранулометричного складу за допомогою лазерного дифрактометра Mastersizer 3000E. Параметри щільності будови визначено на означених об'єктах шляхом застосування розробленої педотрансферної квадратичної моделі (за участю показників вмісту гумусу та вмісту фізичної глини).

За результатами визначення гранулометричного складу на об'єкті (біля с. Мала Рогань) найвищий вміст фракції середнього піску (часточок розміром 1–0,25 мм) зафіксовано на контрольному варіанті (неушкоджена ділянка поля). Зразок, відібраний на місці вибуху авіабомби (100 кг), характеризувався зменшенням вмісту цієї фракції майже у 2,2 раза. Найнижчим вмістом фракції характеризувалися зразки у вирві від артилерійського снаряду калібру 120 мм у шарі на глибині 60 см. Варіювання вмісту мулистий фракції (часточки розміром $<0,001 \text{ мм}$) на досліджених варіантах об'єкту становило від 28,05 до 32,41 %, однак, в цілому, простежувалась тенденція збільшення вмісту мулистих часточок на варіантах, які зазнали впливу вибухів порівняно з контролем. Стосовно вмісту фізичної глини (часточки розміром $<0,01 \text{ мм}$) простежувалась аналогічна тенденція: відмічено відносне збільшення — на 2,82 % у вирві від снаряду калібру 120 мм та на 9,0 % у вирві від снаряду калібру 330 мм порівняно з контролем.

За результатами визначення щільності будови ґрунту методом педотрансферного моделювання встановлено, що на контролі значення становить $1,21 \text{ г/см}^3$. Суттєве підвищення щільності — до $1,36 \text{ г/см}^3$ відмічено у вирві від снаряду калібру 330 мм. Найнижчий параметр щільності ($1,17 \text{ г/см}^3$) розраховано у вирві від снаряду калібру 120 мм.

Таким чином, в ході досліджень констатовано негативний вплив вибухів від артилерійських снарядів на ґрунтовий покрив поля у вигляді механічної та фізичної деградації орного ґрунту. Використання пошкоджених ґрунтів є можливим лише за умов розробки обов'язкової програми їх реабілітації після закінчення бойових дій, розмінування деокупованих територій, проведення рекультивації та робіт з моніторингу з метою відновлення можливості використання пошкоджених від воєнної агресії орних ґрунтів для вирощування сільськогосподарської продукції та унеможливлення розвитку продовольчої кризи в Україні та світі.

УДК 631.421.1

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ФУНКЦІОНУВАННЯ СТАЦІОНАРНИХ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДІВ УКРАЇНИ

А. В. Ревтьє-Уварова, В. М. Ніконенко, О. І. Сліденко

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна

alina_rev@meta.ua

INFLUENCE OF THE WAR ON THE FUNCTIONING OF LONG-TERM FIELD EXPERIMENTS IN UKRAINE

A. Revtie-Uvarova, V. Nikonenko, O. Slidenko

Long-term field experiments, which were directly affected by the war, are a unique and alternative tool of soil and agrochemical research. Of the 89 long-term field experiments that were registered in Ukraine in 2014, the year in the temporarily occupied territory (as of September 2022), where conducting research is impossible, there located 9 long-term field experiments (10 % of their total number) – 2 in Donetsk and 7 in the Kherson regions. On the de-occupied territory of the Kharkiv region in September – 2 long-term field experiments.

28 % of the registered long-term field experiments are located in the territories where hostilities took place or those that have experienced or have the highest risks of fire war damage (Kyiv region – 8, Chernihiv region – 3, Sumy region – 4, Kharkiv region – 5, Zaporizhzhia region – 2, Mykolaiv region – 1, Odesa region – 2).

In general, the conduct of 40 % of registered long-term field experiments is significantly complicated or impossible due to the war on the territory of our country. In particular, this applies to the northern, eastern and southern perimeters of different lengths from the border.

The negative changes experienced by long-term field experiments in the conditions of military operations can be conditionally divided into:

– passive losses due to the impossibility of conducting research in accordance with the methods of conducting it;

– *intense destruction due to the direct influence of the factors of military actions with the resulting degradation changes in the soil.*

Considering the specificity of the complex action of the factors of military actions on the soil, the following classification of degradation changes (type: species) is proposed:

– *mechanical (the profile is destructive): linear or planar mechanical destruction;*
– *physical: compaction, destructuring (dispersion, consolidation), changes in the water and temperature regime, belligerative inclusions;*

– *chemical: dehumification, dystrophication, salinization, pollution;*

– *physical and chemical: acidification, alkalization, salting, decalcification;*

– *biological: defoliation, devertebration, reduction of microbiological and enzymatic activity, deterioration of sanitary conditions, soil toxicity;*

– *radiation: radioactive pollution.*

Depending on the area of intensive destruction of long-term field experiments, the following actions are proposed for their further conduct:

< 10 % of the total area of the experiment – full restoration of studies with a detailed description of local destruction;

10–30 % – restoration of the experiment excluding destroyed areas;

30–50 % – adjustment of the experiment scheme considering the destruction;

50–70 % – reduction of the experiment to the level of the surviving plots;

> 70 % – closure of the stationary field experiment with the selection, if possible, of monitoring plots on the surviving variants of the experiment.

Війна, розв’язана російською федерацією проти українського народу, завдає колосальних втрат і збитків, у тому числі й навколишньому природному середовищу, виступаючи потужним антропогенно керованим чинником негативної дії. В результаті масштабних руйнувань цілісності природних та сільськогосподарських ландшафтів прямого або опосередкованого впливу війни зазнають стаціонарні польові досліді України, які є унікальним безальтернативним інструментом досліджень в аграрній науці, що виступають універсальною поліфункціональною науковою основою для виконання фундаментальних і прикладних завдань, слугують підґрунтям для розроблення заходів раціонального, екологічно безпечного та економічно ефективного землекористування тощо.

За результатами інвентаризації 2014 року в Україні зареєстровано 89 стаціонарних польових дослідів різної тривалості ведення, які закладено майже в кожній області країни на основних зональних типах ґрунтів: від дерново-підзолистих ґрунтів у Поліссі, опідзолених та чорноземних ґрунтів у Лісостепу до чорноземів звичайних, південних і каштанових ґрунтів у Степу.

Програмами дослідів передбачено різні напрями досліджень: обробіток ґрунту і сівозміни, ґрунтозахисні системи, системи удобрення, екологічне землеробство, комплексні системи, інше.

Станом на вересень 2022 року на тимчасово окупованій території України, де унеможливлене ведення досліджень, знаходиться 9 стаціонарних польових дослідів (10 % від їх загальної кількості) – 2 в Донецькій та 7 у Херсонській областях. На деокупованій у вересні території Харківської області – 2 стаціонарних польових дослідів.

На територіях, де відбувались бойові дії або тих, що зазнали чи мають найвищі ризики вогневого ураження, розташовано 28 % зареєстрованих стаціонарних польових дослідів (області Київська – 8, Чернігівська – 3, Сумська – 4, Харківська – 5, Запорізька – 2, Миколаївська – 1, Одеська – 2).

В цілому, ведення 40 % зареєстрованих стаціонарних польових дослідів суттєво ускладняється або унеможлиблюється через війну на території нашої країни. Зокрема це стосується північного, східного та південного периметру різної відстані від кордону, ґрунтовий покрив яких переважно представлений чорноземними ґрунтами.

Негативні зміни, яких зазнали стаціонарні польові дослідів в умовах воєнних дій, умовно можна поділити на такі: пасивні втрати, які обумовлені унеможливленням проведення досліджень відповідно до методик їх ведення; інтенсивні руйнування через безпосередній вплив чинників воєнних дій з наступними деградаційними змінами в ґрунтах.

Згідно із Законом України «Про охорону земель» деградація ґрунтів полягає у зменшенні корисних властивостей та зниженні родючості ґрунту внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів, тобто відбувається погіршення реалізації біосферно-екологічних та/або продуктивних функцій ґрунтів під впливом прискорення, уповільнення чи викривлення природних або усталених елементарних ґрунтових процесів.

Узагальнено, чинники руйнівного впливу на ґрунти, зумовлені воєнними діями, можна поділити на такі:

– фізичні – руйнування ґрунтового профілю внаслідок будівництва фортифікаційних споруд і бойових дій (утворення вирв від снарядів), ущільнення через рух воєнної техніки;

– хімічні – потрапляння у ґрунт під час/після детонації снарядів різних видів та потужностей низки забруднювальних речовин: важкі метали, нітроароматичні вибухові речовини, фосфорорганічні нервово-паралітичні речовини, діоксини або радіоактивні елементи, а також забруднення ґрунтів паливно-мастильними матеріалами та іншими нафтопродуктами, застосування хімічної зброї;

– біологічні – внесення збудників смертельних хвороб (ботулізм або сибірська виразка), застосування біологічної зброї, отруювання джерел води, вивільнення трупних отрут в місцях стихійних масових поховань.

Також, ґрунти в зоні бойових дій містять різну кількість включень у вигляді снарядів та їх уламків, які, якщо навіть є відносно інертними, можуть перешкоджати проведенню обробітку ґрунту, а в гіршому випадку є небезпечними, коли зберігають свої вибухові властивості.

Враховуючи специфіку комплексного негативного впливу чинників, зумовлених воєнними діями, пропонується така класифікація деградаційних змін (тип: вид) ґрунтів:

- механічна (профілеруйнівна): лінійні чи площинні механічні руйнування;
- фізична: ущільнення, деструктуризація (диспергування, консолідація), зміни водного та температурного режимів, включення белігеративного походження;
- хімічна: дегуміфікація, дистрофізація, засолення, забруднення;
- фізико-хімічна: підкислення, підлуження, осолонцювання, декальцинація;
- біологічна: дефоліація, девртебрація, зниження мікробіологічної та ферментативної активності, погіршення санітарного стану, токсичність;
- радіаційна: радіоактивне забруднення.

Залежно від частки площі стаціонарних польових дослідів, що зазнала інтенсивних руйнувань, пропонуються такі дії щодо подальшого їх ведення:

< 10 % від загальної площі дослідів — повноцінне відновлення досліджень з детальною характеристикою локальних руйнувань;

10–30 % — відновлення дослідів з виключенням зруйнованих ділянок;

30–50 % — корегування схеми дослідів з урахуванням руйнувань;

50–70 % — скорочення дослідів до рівня вцілілих ділянок;

> 70 % — закриття стаціонарного польового дослідів із виокремленням, за можливості, моніторингових ділянок на вцілілих варіантах дослідів.

У цілому, війна російської федерації проти України, носить геноцидний характер. Злочинним є завдання непоправної шкоди унікальним науково цінним об'єктам, до яких відносяться стаціонарні польові дослідження, забезпечення відновлення функціонування яких має займати провідне місце на державному рівні у воєнний та післявоєнний період відновлення країни.

УДК 631.95: 662.636: 332.32

ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТУ ШЛЯХОМ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ЗЛАКОВИХ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

М. В. Роїк, О. М. Ганженко, Г.С. Гончарук

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН,
м. Київ, Україна*

ganzhenko74@gmail.com

RESTORATION OF SOIL FERTILITY THROUGH CULTIVATION OF PERENNIAL CEREAL BIOENERGY CROPS

M. V. Royik, O. M. Hanzhenko, G. S. Goncharuk

It has been established that the long-term cultivation of perennial cereals bioenergy crops had a positive effect on the fertility of marginal lands. Thus, when growing of switchgrass for 13 years, the content of organic matter in the soil increased from 1.63 to 2.07 %, and when growing of miscanthus giganteus for 8 years - from 1.5 to 2.05%. Therefore, the laying of plantations of perennial cereals bioenergy crops on marginal lands helps restore their fertility and provides a sustainable supply of high quality raw materials for the production of different kinds of biofuels.

Впродовж останніх десятиріч внаслідок інтенсивного вирощування сільськогосподарських культур на фоні різкого скорочення внесення органічних добрив українські чорноземи зазнають значних втрат родючості. Це призвело до того, що майже 8 млн га вітчизняних сільськогосподарських угідь стали непридатними для вирощування традиційних культур. Ці тенденції є типовими для більшості європейських країн. Так, за результатами досліджень, проведених за проектом SEEMLA програми ГОРИЗОНТ 2020, загальна площа маргінальних земель в Європі (включаючи Україну) становить близько 222 млн га. Вирощування традиційних сільськогосподарських культур на цих землях або неможливе, або економічно не ефективне. На сьогодні маргінальні землі розглядаються як землі, на яких можливе вирощування багаторічних

швидкоростучих рослин, біомаса яких може використовуватись на технічні цілі, зокрема для виробництва різних видів біопалива. Головні вимоги до таких культур – це невибагливість до умов вирощування, висока продуктивність та відповідна якість вирощеної біомаси. В ІБКіЦБ НААН було створено каталог рослин, які відповідають вищенаведеним вимогам і можуть вирощуватись на Європейському континенті.

Експериментальні дослідження з визначення впливу тривалого вирощування багаторічних злакових культур на вміст органічного вуглецю у ґрунті проведено на полях Ялтушківської дослідно-селекційної станції ІБКіЦБ НААН, розташованій у Лісостеповій зоні правобережної України в західній частині Вінницької області (Пн:48°59', Зх 27°27'). Ґрунт дослідної ділянки — сірий лісовий легкосуглинковий, слабо змитий. Глибина гумусового горизонту — до 30 см, з умістом гумусу (за Тюрінім) — 1,86 %.

Впродовж 2008-2021 рр. здійснювали моніторинг основних агрохімічних показників родючості ґрунту в стаціонарному досліді на ділянках, на яких вирощуються біоенергетичні рослини: міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus* J.M.) і просо прутоподібне (*Panicum virgatum* L.).

Результати багаторічних досліджень свідчать, що потужна коренева система багаторічних злакових біоенергетичних культур та опале листя, яке не використовується на біопаливо слугують джерелом надходження органічного вуглецю у ґрунт. Так, за 13 років вирощування проса прутоподібного на малопродуктивних землях вміст органічного вуглецю у ґрунті зріс з 1,63 % до 2,07 %. Середній темп зростання вмісту органічного вуглецю у ґрунті за вирощування проса прутоподібного становить 0,033 % за рік.

Водночас відмічається зменшення вмісту основних елементів живлення рослин: легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору та калію. Це пояснюється тим, що на формування 20 т/га сухої біомаси, навіть за низької її зольності, просо прутоподібне виносить із ґрунту макро- та мікроелементи. У перші роки вегетації проса прутоподібного спостерігається збільшення кислотності ґрунту, проте вже на дев'ятий рік рівень кислотності повертається до вихідних значень. При цьому, значно збільшується гідролітична кислотність, що є закономірним явищем, оскільки внаслідок споживання інших елементів живлення сума увібраних основ з роками зменшується.

За тривалого вирощування міскантусу гігантського приріст органічного вуглецю у ґрунті відбувається вдвічі інтенсивніше. Так, за вісім років вегетації вміст органічного вуглецю в ґрунті зріс з 1,5 до 2,05 %, тобто в середньому на 0,069 % за рік. Винесення азоту рослинами міскантусу гігантського призводить до зменшення його вмісту у ґрунті. Сірі лісові ґрунти містять достатньо калію та фосфору тому тенденцій до зменшення їх вмісту за тривалого вирощування міскантусу гігантського не відмічалось. Реакція ґрунтового розчину через 4-6 років наближається до лужної, а сума увібраних основ, у зв'язку зі споживанням основних макроелементів, зменшується. Гідролітична кислотність за тривалого вирощування міскантусу гігантського (на відміну від проса прутоподібного) зменшується.

Таким чином, вирощування багаторічних злакових біоенергетичних рослин (міскантусу гігантського та проса прутоподібного) на малопродуктивних та схильних до ерозії землях сприяє відновленню їх родючості та забезпечує стаке надходження високоякісної сировини для виробництва різних видів біопалива. Використання малопродуктивних земель для вирощування біоенергетичних культур може стати одним із пріоритетів державної аграрної політики України.

УДК 330.341; 631.41:631.432.438:631.45; 574.4:504.054; 631.41:504.53.054

МОНІТОРИНГ ХІМІЧНО ЗАБРУДНЕНИХ ҐРУНТІВ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ В УКРАЇНІ

В. Л. Самохвалова

*ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»,
м. Харків, Україна*

v.samokhvalova.com@gmail.com

MONITORING OF CHEMICALLY CONTAMINATED SOILS AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS IN UKRAINE

V. L. Samokhvalova

Current international documents related to soil pollution are analyzed, in particular EU Directives 2004/35/EC and EU 'IPPC' 96/61/EC on the prevention and control of environmental pollution; basic accompanying documents on the EU soil protection strategy COM (2006) 231, COM (2006) 232, SEC (2006) 620 to the EU Directive 2006/21/EC and the results of the Global Symposium on Soil Pollution GSOP18 in Rome, 2018, Soils Biodiversity GSOBI20 and zero pollution in the context of global soil pollution assessments in Rome 2020-2021; issues of physical and chemical

degradation of soils, loss of soil biodiversity, topical issues of monitoring (diagnosis, assessment and forecasting) of soil pollution; ecological standardization of soil quality, systems of contaminated soils remediation and ecological rehabilitation, and their ecological management (Soil Pollution, FAO, 2018; State of knowledge of soil biodiversity FAO, ITPS, GSBI, SCBD and EC, 2020; Status, challenges and potentialities, FAO Report, 2020; Towards Zero pollution. Report FAO and UNEP, 2021; Global assessment of soil pollution. Summary for policy makers. Report FAO and UNEP, 2021).

The need for the organization and operation of a soil pollution monitoring system in Ukraine to obtain high-quality information at the country level about the current ecological state of soils, including monitoring of chemically contaminated soils as a result of military operations in Ukraine, has been updated.

The basic tasks of monitoring chemically contaminated soils as a result of military operations have been defined. Algorithms for monitoring chemically contaminated soils as a result of Russian military actions in Ukraine have been elaborated, in particular, relevant work procedures elaborated for diagnosing, evaluating and forecasting the quality of soils due to chemical contamination and the influence of the military factor.

Директиви ЄС 2004/35/ЄС та ЄС 'ІРРС' 96/61/ЄС про попередження і контроль забруднення довкілля, основоположні супровідні документи щодо стратегії охорони ґрунтів ЄС COM (2006) 231, COM (2006) 232, SEC (2006) 620 до Директиви ЄС 2006/21/ЄС та результати проведення Глобального симпозиуму по забрудненню ґрунтів GSOP18 у Римі, 2018 р., засвідчили актуальні глобальні проблеми сучасності — масштаби забруднення ґрунтів поллютантами неорганічної та органічної природи у країнах світу, фізична і хімічна деградація ґрунтів, втрата біорізноманіття ґрунтів, актуальні питання моніторингу (діагностування, оцінка і прогнозування) забруднення ґрунтів; екологічне нормування якості ґрунтів, системи ремедіації та екологічної реабілітації забруднених ґрунтів, та їх екологічного менеджменту (Soil Pollution, FAO, 2018; State of knowledge of soil biodiversity FAO, ITPS, GSBI, SCBD and EC, 2020; Status, challenges and potentialities, FAO Report, 2020; Towards Zero pollution. Report FAO and UNEP, 2021; Global assessment of soil pollution. Summary for policy makers. Report FAO and UNEP, 2021).

В Україні за відсутності системи моніторингу забруднення ґрунтів не вистачає якісної інформації на рівні країни про сучасний екологічний стан ґрунтів. Відповідно відсутні оцінки ризиків і прогноз забруднення для ґрунтів з метою управління, формування відповідної політики, правил та регламентів, більш широке залучення і впровадження світового досвіду до вирішення питань багатоаспектної проблеми забруднення ґрунтів.

Організація і функціонування моніторингу забруднених ґрунтів внаслідок військових дій в Україні є складовою системи моніторингу ґрунтів, що розробляється в країні. Базовими визначеними нами завданнями моніторингу хімічно забруднених ґрунтів внаслідок військових дій є такі: 1) отримання своєчасної і достовірної інформації про масштаби (локальний, регіональний) забруднення, визначання специфіки впливу джерел забруднення ґрунтів та забруднювачів; складання переліку забруднюючих ґрунт речовин з урахуванням їх токсичності, поширеності і стійкості (критерії для контролю); 2) моніторинг джерел впливу, екологічного стану ґрунтів (явищ, процесів, функцій) за діагностування рівнів вмісту у ґрунті забруднювачів різної природи для оцінювання якості ґрунтів, розроблення ефективних заходів з оптимізації елементного живлення рослин або запобігання зниженню якості і сприяння безпечності продовольчої сировини і кормів внаслідок хімічного забруднення; 3) оцінювання екологічного стану ґрунтів та суміжних середовищ; 4) прогноз змін екологічного стану ґрунтів для ефективного екоменеджменту ґрунтовими ресурсами.

Нами розроблено алгоритми щодо моніторингу хімічно забруднених ґрунтів внаслідок військових дій рф в Україні, що включають методичні базові положення щодо: 1) моніторингу земель, обмежено придатних для с.-г. використання; 2) моніторингу земель, які підлягають консервуванню; 3) методів проведення моніторингу забруднення ґрунтів земельних ділянок у зонах враження промислових підприємств, об'єктів інфраструктури за локального і дифузного забруднення ґрунтів тощо; та 4) порядки проведення робіт щодо діагностування, оцінювання та прогнозування якості ґрунтів за хімічного забруднення. Моніторинг хімічно забруднених ґрунтів внаслідок військових дій передбачає проведення досліджень ґрунтів безпосередньо у зонах з наслідками впливу бойових дій (ґрунти земельних ділянок навколо промислових підприємств, об'єктів інфраструктури в межах населених пунктів; ґрунти земельних ділянок агросфери тощо), а також ґрунтів поза зоною впливу фактору хімічного забруднення.

Розроблений порядок діагностування якості ґрунтів за хімічного забруднення внаслідок воєнних дій (зокрема впливу важких металів (ВМ), нафти і нафтопродуктів) включає розроблені нами: 1) порядок проведення ґрунтово-геохімічного обстеження (підготовчий, польовий, аналітичний та камеральний етапи робіт); 2) порядок проведення робіт щодо діагностування якості ґрунтів — діагностування забрудників в атмосферному повітрі та депонувальних середовищах (сніг, ґрунт); діагностування якості повітря за проведення біодіагностики (ліхеноіндикація, фітоіндикація тощо); діагностика якості повітря за моніторингу мобільних джерел атмотехногенних емісій забрудників; діагностування якості ґрунтової системи за впливу забруднення із використанням фізичних, хімічних та біологічних показників властивостей ґрунту та відповідних методів діагностики якості ґрунту; урахування специфіки хімічного забруднення внаслідок бойових військових дій та відповідна адаптація розробленої нами системи діагностичних показників складу і властивостей ґрунтів за впливу фактору атмотехногенного забруднення до нової мети; 3) нові методичні підходи щодо діагностування вмісту забрудників у ґрунтах та впливу забруднення на них за використання окремих хімічних, фізичних і біологічних показників властивостей ґрунтів. Зокрема, на прикладі неорганічних забрудників (ВМ) та органічних (нафти і нафтопродуктів) нами розроблено: методичний підхід щодо діагностування вмісту ВМ у ґрунтах за використання показника лабільної органічної речовини ґрунту; методичний підхід щодо діагностування елементного статусу забрудненого ґрунту за використання показників структурно-агрегатного і гранулометричного складу ґрунтів; методичний підхід щодо діагностування забруднення ґрунтів із використанням системи показників біологічних властивостей ґрунту, методичний підхід щодо фітоіндикації забруднення ВМ системи ґрунт - рослина за використання цифрової мікроскопії та гістохімічного методу аналізу. методичний підхід щодо визначення загального вмісту нафти та нафтопродуктів у ґрунтах для моніторингу забруднення та ефективності ремедіації.

Розроблений порядок оцінювання якості ґрунтів за хімічного забруднення внаслідок воєнних дій передбачає використання: 1) розробленої нами концепції удосконаленого оцінювання екологічного стану ґрунтів та оцінювання мілітарного впливу як фактору хімічної деградації ґрунтів; 2) розробленої нами

системи діагностичних показників для оцінювання якості ґрунтів за впливу хімічного забруднення; 3) методики оцінювання мілітарного впливу, як фактору хімічної деградації ґрунтів та 4) нових методичних підходів діагностування, оцінювання, прогнозування якості ґрунтів за хімічного забруднення внаслідок воєнних дій для моніторингу якості ґрунтів, визначення заходів щодо їх ремедіації та екологічної реабілітації. Розроблення методики оцінювання мілітарного впливу як фактору хімічної деградації ґрунтів, включено МОН України до пріоритетних завдань наукових досліджень НААН України, спрямованих на створення новітньої конкурентоспроможної науково-технічної продукції, необхідної за воєнного стану та у поствоєнний період відновлення країни.

Розроблений порядок прогнозування якості ґрунтів за хімічного забруднення внаслідок воєнних дій передбачає використання нових методичних підходів щодо прогнозування забруднення: 1) прогнозування рівнів вмісту ВМ у ґрунтах різних типів для оцінювання їх екологічних та продукційних функцій шляхом визначання додаткових показників енергоємності ґрунту — теплотворної здатності гумусу та запасів енергії ґрунту з отриманням математичних моделей; 2) прогнозування вмісту Zn та Pb у ґрунтах різних типів для оцінювання їх еколого-енергетичного стану шляхом встановлення нових закономірних зв'язків показників гумусового, енергетичного та елементного статусу ґрунтів; 3) прогнозування родючості ґрунтів за їхнім макроелементним статусом; 4) прогнозування елементного складу ґрунтів за їх біологічною складовою циклів сполук азоту; 5) прогнозування вмісту макроелементів та ВМ у ґрунтах із використанням методів Бокса-Дженкінса (ARIMA), експоненційного згладжування Броуна-Холта та модифікованої моделі Г.І. Марчука тощо.

УДК 330.341; 631.41:631.432.438:631.45; 574.4:504.054; 631.41:504.53.054

ХІМІЧНО ЗАБРУДНЕНІ ҐРУНТИ ВНАСЛІДОК ВІЙСЬКОВИХ ДІЙ: ДЕГРАДАЦІЯ ТА ЗАХОДИ З ЕКОЛОГІЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

В. Л. Самохвалова

*ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського»,
м. Харків, Україна*

v.samokhvalova.com@gmail.com

CHEMICALLY CONTAMINATED SOILS AS A RESULT OF MILITARY ACTIONS: DEGRADATION AND MEASURES FOR THE ENVIRONMENTAL REHABILITATION OF ECOSYSTEM SERVICES

V. L. Samokhvalova

Due to the new challenges and ecological threats of environmental pollution with the beginning of the Russian invasion and combat military operations in Ukraine, the significant relevance of the action algorithms elaboration for determining the impact of the military factor on the soil as an ecological threat of environmental pollution, taking into account the consequences (fuel spills, pollution from destroyed military equipment and weapons, the effects of pollution, etc.) are elaborated: (1) the procedure for the use of soils due to chemical pollution and degradation due to military actions, which provides for algorithms for the use of soils of land plots without restrictions and contaminated soils of limited usable land plots through regulation; (2) regulation algorithms regarding the soils of land plots with a dangerous level of pollution and unfit for rural areas. using; (3) the procedure for remediation and ecological rehabilitation of chemically contaminated soils ecosystem services as a result of military operations, which includes developed algorithms for the survey and comprehensive assessment of the ecological state of soils; the procedure for giving the soil of land parcels the status of man-made pollution and the validity period of the status; the procedure for drawing up recommendations for improving the ecological condition of soils; the procedure for implementing strategies for pollution prevention, remediation of soil pollution and ecological rehabilitation of polluted territories, conservation; (4) the procedure for using the system of measures for remediation and ecological rehabilitation of chemical soil pollution, which involves the use of a developed set of remediation methods for the reproduction of chemically contaminated soils and the introduction of international experience in modern technologies for the remediation and reproduction of chemically contaminated soils, namely: cultivation (treatment) and ecological rehabilitation technologies soils of various purposes and uses; technologies of reclamation and technologies of soil and landscape design; technologies for normalization of man-made impact on the soil to prevent soil pollution and degradation.

Вагомим фактором хімічної деградації ґрунтів України є техногенне забруднення. За оцінками відділу охорони ґрунтів ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» встановлено, що загальна площа забруднених земель в Україні становить близько 8,6 млн га, з них 4,2 млн га — радіаційно забруднені землі;

1,6 млн га — землі, забруднені важкими металами (ВМ); 2,8 млн га — землі, забруднені токсикантами органічної природи (Устойчивое управление почвенными ресурсами в Евразийском регионе, 2021).

З початком російського вторгнення та бойових дій в Україні фактор мілітарного впливу на ґрунти, як екологічна загроза забруднення довкілля, із урахуванням наслідків (розливи палива, забруднення від знищеної військової техніки та озброєння, наслідки засмічення тощо) визначено Мінекології України як базовий.

Ремедіація та екологічна реабілітація екосистемних послуг хімічно забруднених ґрунтів внаслідок військових дій включає розроблені алгоритми 1) *порядок* обстеження та комплексної оцінки екологічного стану ґрунтів; 2) *порядок* надання ґрунтам земельних ділянок статусу техногенно забруднених та термін дії статусу; 3) *порядок* складання рекомендацій з поліпшення екологічного стану ґрунтів; 4) *порядок* запровадження стратегій запобігання забрудненню, ремедіації забруднених ґрунтів та екологічної реабілітації забруднених територій, консервації.

Стратегія запобігання забрудненню у локальних зонах впливу воєнних дій має запроваджуватись на ґрунтах земельних ділянок, що мають ризик впливу забруднення за встановленими рівнями вмісту забруднювача, які не перевищують їх допустимі концентрації в системі ґрунт–рослина. Накопичення токсичних елементів фіксується проведенням моніторингу екологічного стану ґрунту за чутливим біоіндикаторами забруднення та / або за рівнями вмісту зокрема МЕ/ ВМ у шарі ґрунту до 20 см, що не перевищують регіональний фон та / або ГДК.

Стратегія ремедіації забруднених ґрунтів та екологічної реабілітації забруднених територій має запроваджуватись у разі значного впливу забруднення на ґрунти і рослини. Збитки агровиробництву знижують завдяки системному поєднанню застосування різних методів екологічної реабілітації техногенно забруднених ґрунтів та рослин.

Стратегія консервації запроваджується у випадках надвисоких рівнів забруднення ґрунтів і рослин; за низької ефективності застосованої системи екологічної реабілітації та одночасного зростаючого ризику спричинення негативного впливу на здоров'я населення.

Порядок використання ґрунтів за хімічного забруднення та деградації внаслідок військових дій, передбачає: 1) алгоритми використання ґрунтів земельних ділянок без обмежень та забруднених обмежено придатних для використання ґрунтів земельних ділянок шляхом регламентації; 2) алгоритми регламентації щодо ґрунтів земельних ділянок небезпечної рівня забруднення та непридатних для с.-г. використання. Регламентація впливу забруднення на якість ґрунтів має передбачати відповідність встановлених екологічних нормативів якості ґрунтів — об'єкту регламентації (властивість ґрунту, якість ґрунтів, заходи з оптимізації елементного статусу системи ґрунт–рослина), змісту регламентації (зниження родючості ґрунтів, показників якості ґрунтів та рослин, гранично допустимі концентрації (ГДК), орієнтовно допустимі концентрації (ОДК), максимально допустимі рівні (МДР) забруднення тощо)), виду регламентації (екологічна, меліоративна, кадастрова), урахування подальшої їх диференціації (ґрунтово-кліматична, технологічна) відповідно до фізико-хімічних та біологічних властивостей ґрунтів і міграційної здатності забруднювачів, їх фітотоксичності та педохімічної активності.

Порядок використання системи заходів ремедіації та екологічної реабілітації хімічного забруднення ґрунтів ґрунтується: 1) на урахуванні змін родючості ґрунтів різної буферної здатності за основними ґрунтовими показниками та 2) на запровадженні організаційних заходів, що передбачають, залежно від рівня забруднення ґрунту, раціональну організацію забрудненої території, тобто визначення напрямів її подальшого використання, серед них є такі: визначення сівозмін, зміна спеціалізації господарства, вирощування культур і сортів, на якість яких забруднення не має суттєвого впливу, обмеження на використання мінеральних добрив, випас с.-г. тварин тощо; 3) на запровадженні заходів щодо фізичної ремедіації забруднених ґрунтів, що спрямовані на зміну фізичного стану забрудненого локального осередку використанням ґрунтообробного обладнання, видалення забрудненого шару ґрунту з подальшим його похованням; залученням фізичних методів (механічні, гідро- та аеродинамічні, термічні, електричні, електрохімічні, електрокінетичні, магнітні та електромагнітні) ремедіації забруднених ґрунтів, спрямованих на пряме й /або опосередковане сприяння дотриманню культури землеробства

і ефективному використанню ґрунтових ресурсів за впливу на фізичні властивості ґрунтів з урахуванням природи й дози забруднювача; 4) *на запровадженні заходів щодо фізико-хімічної та хімічної ремедіації забруднених ґрунтів для відновлення родючості*, що передбачає використання фізико-хімічних (коагуляційні, сорбційні) та хімічних методів (осадження, управління окиснювально-відновлювальними умовами у ґрунтах, хімічного окиснювання, хімічної іммобілізації (зв'язування) забруднювачів) екологічної реабілітації техногенних територій; 5) *на запровадженні заходів щодо біологічної ремедіації техногенно забруднених ґрунтів* за використання біологічних методів екологічної реабілітації забруднених ґрунтів — мікробіодеградації забруднювачів у системі ґрунт – мікроорганізми / гриби / ферменти; фіторемедіації забруднювачів у системі ґрунт-рослина використанням метаболізму і біологічної концентрації процесами комплексоутворення і сорбції, біодеградації поллютанта за впливу на біологічну (мікробіологічна, ферментативна) активність ґрунтів, використання специфіки рослин-фіторемедіантів.

Запровадження міжнародного досвіду сучасних технологій ремедіації й відтворення хімічно забруднених ґрунтів, а саме:

- *технології культивування (обробки) та екологічної реабілітації ґрунтів різного призначення та використання*; їх складовими є фізичні, хімічні та біологічні методи та методи ґрунтового кондиціонування і конструювання (внесення природних та /або синтетичних біополімерів, ґрунтomodифікаторів і меліорантів для оптимізації структури, водоутримувальної, фільтраційної та поглинальної здатності ґрунту;

- *технології рекультивування*; їх складовими є: фізичні, хімічні, біологічні методи очищення, розведення за рахунок локалізації та евакуації ґрунтів, їх реплантації (заміни на чисті), розведення за перекриття (підсипка чистих та екранування забруднених шарів, перемішування) забруднених ґрунтів, термообробка, піроліз, елекроремедіація, вакуумекстракція, промивка; внесення плівкового покриття, мікробних препаратів, легкогідролізованих сполук, біокомпостів, використання реакторів-ферменторів; фізико-хімічна і хімічна ремедіація *ex situ* та *in situ*; *скловання*; *фіторемедіація*, використання *хемотаксичних мікробів-бiodеструкторів у ризосфері рослин*;

- технології ґрунтово-ландшафтного конструювання; їх складовими є: використання дренажних і поливних систем, терасування, формування рельєфу, ґрунтові конструкції, геотекстильні та габіонні промислові конструкції за оптимізації водного та повітряного режимів ґрунту тощо;

- технології нормування техногенного впливу на ґрунт для запобігання забруднення й деградації ґрунтів; їх складовими є: локалізація джерел забруднення, використання фізико-хімічних бар'єрів, очисних споруд; екологічний контроль ґрунтів тощо.

УДК 631.4:[504.61:355.01](477.52)

ВПЛИВ БОЙОВИХ ДІЙ НА ВМІСТ ВАЛОВИХ ФОРМ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТАХ СУМСЬКОГО ТА ОХТИРСЬКОГО РАЙОНІВ СУМСЬКОЇ ОБЛАСТІ

В. О. Сироватко¹, С. І. Жученко¹, С.А. Романова², О. М. Грищенко²

¹Дніпропетровська філія ДУ «Держґрунтохорона»,
с. Дослідне, Дніпропетровська обл., Україна

²Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України»,
м. Київ, Україна
grischenkoel@ukr.net

INFLUENCE OF COMBAT ACTIONS ON THE CONTENT OF GROSS FORMS OF HEAVY METALS IN THE SOILS OF THE SUMY AND OKHTYRKA DISTRICTS OF THE SUMY REGION

V. Syrovatko, S. Zhuchenko, S. Romanova, O. Hryshchenko

The ecological danger of military actions on the territory of Ukraine is highlighted. The results of experimental studies of the content of gross forms of heavy metals in 10 soil samples taken from agricultural lands of the Sumy and Okhtyrka districts of the Sumy region are presented. Three samples – from the places where air bombs fell, 7 – from the places of broken military equipment. As a result of the conducted research, it was established that the background level was exceeded by the content of lead in all soil samples, zinc – in 9 out of 10 soil samples, cadmium and copper – in 8, nickel and iron – in three samples, manganese – in 6 soil samples. Exceeding the maximum limit of the gross content of lead (in six soil samples), zinc and manganese (in two soil samples), copper (in five 5 soil samples) from the sites of hostilities was established. As for the content of gross forms of cadmium and nickel, exceeding the MPC was not detected.

Упродовж активних бойових дій ґрунтовому покриву дев'яти областей України площею близько 21 мільйон гектарів завдано непоправної шкоди.

Військові дії призводять не лише до фізичного погіршення стану ґрунту, але й до його хімічного забруднення. Пряме потрапляння снарядів, згоріла військова техніка та нафтопродукти руйнують екосистему і забруднюють ґрунти та воду важкими металами і токсичними елементами. Це призводить до підвищення токсичного потенціалу ґрунту, впливає на його біологічну активність, викликає патологічні зміни в протіканні біологічних процесів, накопичення шкідливих речовин у сільськогосподарських культурах.

Мета дослідження — визначення впливу військових дій на рівень забруднення ґрунтів важкими металами.

Об'єктом досліджень слугували проби ґрунтів, відібрані на землях сільськогосподарського призначення Сумського та Охтирського районів Сумської області. Три проби ґрунтів відібрано з місць падіння авіабомб (проба 1 — с. Сад Сумського району; 9 — с. Климове; 10 — м. Охтирка Охтирського району) та сім проб взято з місць розбитої військової техніки (проба 2 — с. Косівщина; 3 — с. Старе село; 4 — с. Низи; 5 — с. Верхня сироватка Сумського району; 6 — с. Боромля; 8 — с. Білка; 7 — м. Тростянець Охтирського району). Контрольні (фонові) проби було відібрано з неуразених місць, за 100 м від точки ураження з ґрунту того самого типу.

Уміст валових форм важких металів визначали відповідно до ДСТУ ISO 11047:2005. Оцінку екологічного стану ґрунтів за вмістом важких металів проводили шляхом порівняння їх умісту у порушеному, внаслідок бойових дій, ґрунті з умістом у ґрунті, що поза зоною ураження, та з гранично допустимою концентрацією.

Важкі метали є надзвичайно токсичними та вважаються одними з найбільш небезпечних забрудників ґрунту.

За результатами проведених досліджень, валовий вміст свинцю у точках відбирання проб ґрунтів у зоні бойових дій варіював від 14,17 до 347,43 мг/кг ґрунту, поза зоною ураження (фонове значення) — від 7,45 до 48,96 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового рівня за цим елементом було в усіх пробах ґрунту, а середній вміст свинцю на забруднених територіях у 5,4 раза перевищував фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробах ґрунту 2, 3 та 4 з місць згорілої техніки, вміст свинцю у яких перевищує фонове значення в 11,4; 7,1 та 6,3 раза відповідно. Найнижчий вміст та найменшу

різницю з фоновими значеннями виявлено у місцях падіння авіабомб (проби ґрунту 1, 9 та 10) та у пробі 7, відібраній у місці згорілої техніки. За результатами проведених досліджень перевищення ГДК виявлено у 6 пробах ґрунту (3, 4, 5, 6 та 8), відібраних у зоні бойових дій та одному зразку (3) — поза зоною.

Валовий вміст цинку в точках відбирання проб ґрунтів у зоні бойових дій варіював від 35,52 до 1012,31, поза зоною — від 35,98 до 214,86 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового рівня відмічено у дев'яти з десяти проб ґрунту. Середній вміст цинку у ґрунтах з місць бойових дій у 3,9 раза перевищує фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробах ґрунту 4, 5, 8 та 3, відібраних з місць згорілої техніки, вміст цинку у яких перевищує фонове значення від 371,1 до 664,8 %. Найнижчий вміст цинку та найменшу різницю з фоновими значеннями виявлено у місцях падіння авіабомб (проби 1 і 10). Слід зазначити, що валовий вміст цинку у пробі 1 був нижчим за фоновий. Перевищення ГДК виявлено у двох пробах ґрунту (3, 4), відібраних у зоні бойових дій.

Валовий вміст кадмію у точках відбирання проб ґрунтів у зоні бойових дій варіював від 0,22 до 1,76, поза зоною (фонове значення) — від 0,15 до 0,87 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового рівня відмічено у восьми з десяти проб ґрунту (2, 3, 4, 6, 7, 8, 9 та 10). Слід зауважити, що у пробах ґрунту 7 та 10 зростання вмісту кадмію було незначним (+0,01 мг/кг ґрунту), у пробі 1 — на рівні фонового значення (0,54 мг/кг ґрунту). Лише проба 5 характеризувалася нижчим за фонове значенням вмістом кадмію. Середній вміст кадмію на забруднених територіях у 1,4 раза перевищував фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробах ґрунту 2 і 3 з місць згорілої техніки — вміст кадмію перевищує фонове значення в 3,3 та 2,6 раза відповідно. Найнижчий вміст кадмію та найменшу різницю з фоновими значеннями виявлено у місцях падіння авіабомб (проби ґрунту 1, 9 і 10) та у пробі 7, відібраній у місці згорілої техніки. Перевищення ГДК не виявлено.

Валовий вміст сполук міді у точках відбирання проб ґрунтів у зоні бойових дій варіював від 4,5 до 610,38, поза зоною — від 0,79 до 177,07 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового рівня відмічено у восьми з десяти проб ґрунту, а середній вміст міді на забруднених територіях у 4,6 раза перевищував фонове значення.

У зразках 6 та 10 — вміст елемента був нижчий за фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробах ґрунту 2, 3, 4, 5, де вміст міді перевищує фонове значення з 7 до 20 разів. Найнижчий вміст міді виявлено у місцях падіння авіабомб (проби 1, 9, 10) та у пробі 7, відібраній у місці згорілої техніки. За результатами досліджень перевищення ГДК виявлено у 5 пробах ґрунту (2–6), відібраних у місцях згорілої техніки. Перевищення ГДК також відмічене у пробі 6 поза зоною бойових дій. Слід зазначити, що вміст валових форм міді у цій пробі на 65,36 мг/кг ґрунту вище, ніж у відповідній пробі ґрунту з зони ураження та у 8,6 раза перевищує середнє значення вмісту елемента в інших фонових зразках.

Валовий вміст нікелю у точках відбирання проб ґрунтів у зоні бойових дій варіював від 2,5 до 23,22, поза зоною — від 1,74 до 8,32 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового значення відмічено лише у трьох пробах ґрунту (2 і 3 — з місць згорілої техніки, 9 — падіння авіабомби). Середній вміст нікелю у ґрунтах з місць бойових дій в 1,2 раза (17,4 %) перевищує фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробі 3, відібраній з місця згорілої техніки, вміст нікелю у якій перевищує фонове значення у 3,6 раза. Найнижчий вміст нікелю виявлено у місцях падіння авіабомб (проби 1, 9, 10). У результаті проведених досліджень перевищення ГДК за вмістом валових форм нікелю не виявлено.

Уміст валових форм заліза у зоні бойових дій варіював від 3430 до 26353, поза зоною — від 470 до 15195 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового рівня відмічено лише у трьох пробах ґрунту (3 і 5 з місць згорілої техніки та 9 з місця падіння авіабомби). Середній вміст заліза на забруднених територіях в 1,1 раза перевищував фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробі 3, у якій вміст, порівнюючи з фоновим значенням, зріс на 15134 мг/кг ґрунту.

Уміст валових форм марганцю у зоні бойових дій варіював від 62,293 до 3545,19, поза зоною — від 21,86 до 333,81 мг/кг ґрунту. Перевищення фонового рівня відмічено у шести пробах ґрунту. Середній вміст елемента у зоні впливу бойових дій у 4,8 раза був вищим за фонове значення. Найвищий ступінь порушення ґрунтового покриву виявлено у пробах 2 і 3, де вміст валових форм марганцю перевищує фонове значення у 14,5 та 11,3 раза відповідно.

У результаті проведених досліджень перевищення ГДК за вмістом валових форм марганцю виявлено у пробах ґрунту 2 і 3.

З метою недопущення негативних наслідків для організму людини необхідно проводити ретельний моніторинг площ ґрунтів, пошкоджених та забруднених у результаті бойових дій, що дозволить своєчасно вживати заходів для їх відтворення та реабілітації, а також встановити межі забруднених ділянок для їх відновлення.

УДК 355.359:631.417.1

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ОРГАНІЧНУ РЕЧОВИНУ В ҐРУНТАХ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ

Є. В. Скрильник, А. М. Кутова, В. А. Гетманенко, В. П. Москаленко
*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна*
Kutova.ang@gmail.com

INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON SOIL ORGANIC MATTER IN KHARKIV OBLAST

Ie. V. Skrylnyk, A. M. Kutova, V. A. Hetmanenko, V. P. Moskalenko

In July 2022, soil samples were taken and analyzed at the site of hostilities in the Kharkiv region: in the village of Mala Rogan on typical chernozem, in the village of Novy Korotych on chernozem podzolic. It was found that the contamination of the upper layer of the soil with petroleum products reduces the content of organic carbon in the soil by 12% with the deterioration of the qualitative composition of organic matter. We consider the use of humates extracted from peat and lignite and sorbents made on their basis to be effective in areas contaminated with diesel fuel. The high sorption capacity of humates is due to the presence of carboxyl, hydroxyl groups and aromatic fragments, which enter into hydrophobic interactions, irreversibly binding ecotoxicants into chemical complexes. The 100 kg air bomb, which destroyed a three-meter layer of soil, decreased organic carbon content in soil by 92%. In this case, it is necessary to perform the methods of soil reclamation including preparatory, removal of damaged layer and application of fertile soil layer and biological method.

Військова діяльність людини — один із найнебезпечніших впливів на властивості ґрунту, призводить від короткочасного падіння родючості до повної втрати ґрунту. Негативні наслідки, спричинені воєнними діями, відбуваються на фізичному, хімічному та біологічному рівнях (G. Certini et al., 2013). Оскільки екологічна ситуація та безпека людей нерозривно пов'язані, пріоритетними

наразі виступають нові міжнародні норми захисту навколишнього середовища під час воєнних конфліктів (D. Rawtani et al., 2022).

Погіршення важливих властивостей ґрунтового покриву знижує продуктивність та змінює уклад життя на значних територіях. Фізичні порушення включають екранування ґрунту через будівництво оборонних споруд, копання траншей та тунелів, ущільнення в результаті руху техніки та військ, утворення воронки від бомб тощо. Хімічні порушення складаються із надходження забруднювальних речовин, таких як нафта, важкі метали, нітроароматичні вибухові речовини, фосфорорганічні нервово-паралітичні речовини, радіоактивні елементи. Знищення хімічних боеприпасів та знешкодження мін призводить до локального забруднення верхнього шару ґрунту миш'яком та важкими металами. Біологічні порушення виникають як наслідки впливу на фізико-хімічні властивості ґрунту та інтродукції летальних для мезофауни та мікроорганізмів речовин. Зміни фізико-хімічних та мікробіологічних показників мають прямий вплив на вміст органічної речовини та вуглецю ґрунту.

У липні 2022 року було проаналізовані проби ґрунту, відібрані на місці бойових дій у Харківській області (табл. 1). Ґрунтовий покрив села Мала Рогань представлено чорноземом типовим, а селища Новий Коротич – чорноземом опідзоленим.

Таблиця 1. Вплив бойових дій на склад органічної речовини ґрунтів у Харківській області

Місце відбирання проб	Вид впливу на ґрунтовий покрив	Сзаг, %	Сгк	Сфк	Сгк+Сфк
			%		
Чорнозем типовий, с. Мала Рогань					
Контроль/ N 49,919955, E 36,481153	-	2,49	1,07	1,42	2,49
Т.1/ N 49,920082, E 36,481465 / 0-30 см	ґрунт-солярка	2,20	0,87	1,33	2,20
Т.2/ N 49,920116, E 36,481829/ 0-30 см	ґрунт-кислота	4,46	1,45	3,01	4,46
Чорнозем опідзолений, с. Новий Коротич					
Контроль/ N 49,961085, E 36,021222 / 0-30 см	-	3,42	0,79	2,63	3,42
Схил/ N49,960614, E36,021602 / 1500 см	авіабомба 100 кг	0,32	0,11	0,21	0,32
Низ/ N49,960626, E 36,021507/ 3000 см	авіабомба 100 кг	0,27	0,11	0,16	0,27
Верх/ N49,960638, E 36,021640/ 30 см	авіабомба 100 кг	0,26	0,11	0,15	0,26

Встановлено, що забруднення верхнього шару ґрунту нафтопродуктами знижує загальний вміст органічного вуглецю в ґрунті на 12 % з погіршенням якісного складу органічної речовини. На ділянках із розливом кислоти зафіксовано підвищення вмісту вуглецю, що можливо пов'язано із неоднорідністю вуглецевого показника та тимчасовим фактором. На ділянках із забрудненням соляркою ефективним вважаємо застосування гуматів, екстрагованих із торфу та бурого вугілля українських родовищ і сорбентів, виготовлених на їх основі. Висока сорбційна здатність гуматів зумовлена наявністю карбоксильних, гідроксильних груп і ароматичних фрагментів гумінових кислот, які вступають в іонні, донорно-акцепторні та гідрофобні взаємодії, необоротно зв'язуючи екоотоксиканти в хімічні комплекси.

Падіння авіабомби вагою 100 кг, яка знищила триметровий шар ґрунту, призвело до зниження вмісту органічного вуглецю на 92 %. У цьому випадку властивості ґрунту остаточно порушені, що потребує виконання основних методів рекультивації: підготовчий, гірничотехнічний (зняття і нанесення родючого шару ґрунту), біологічний. Зважаючи на те, яка частина ґрунтового покриву в даний час і в минулому була залучена у воєнні дії, рекультиваційні роботи обійдуться надзвичайно дорого і відновлення може навіть вимагати повного видалення забрудненого ґрунту та його заміни ґрунтовим матеріалом з інших місць.

На етапі післявоєнних агрохімічних досліджень території, яка планується для відновлення з подальшим застосуванням у сільськогосподарському виробництві, використовують результати XRD-аналізу в поєднанні з SEM-EDS аналізами та FTIR, які дозволяють виявити весь спектр забруднень та вміст домішок у ґрунтових зразках (H. Thouin et al., 2016). Окремою проблемою виступають стійкі органічні забрудники (CO₃), які є групою небезпечних синтетичних матеріалів, що представляють серйозну загрозу для навколишнього середовища у зв'язку з їх здатністю до біоаккумуляції. Останні інновації та майбутні погляди на методи нанорекультивації, які використовуються для знезараження навколишнього середовища, такі як нанофотокаталіз і наносенсор, висвітлено в оглядовій праці L. Fei et al. (2022).

Залучення до виробництва органічних і комплексних органо-мінеральних добрив, компостів, ґрунтополіпшувачів із органічної сировини різного генезису та впровадження технологій конверсії сприятиме відновленню пошкодженого воєнними діями ґрунту на фізичному і мікробіологічному рівнях і, як наслідок, відновленню органічної речовини.

УДК 349.415

ЗАКОНОДАВЧА РЕГЛАМЕНТАЦІЯ ДЕРЖАВНОГО ЗЕМЕЛЬНОГО КАДАСТРУ

К. В. Слепньова

Національний університет «Одеська юридична академія», м. Одеса, Україна
Kateryna.karluga@gmail.com

LEGISLATIVE REGULATIONS OF THE STATE LAND CADASTRE

Kateryna Slepnova

The abstracts of the report are devoted to the analysis of the legislation on the maintenance of the state land cadastre in Ukraine. The legal aspect of the land cadastre is characterized by the division of acts of legal regulation into two separate groups: 1) legislation related to the formation of cadastre objects and their accounting; 2) legislation related to land management. It has been established that an important aspect of compliance with all established norms and standards is the establishment of legal responsibility for misdemeanors in the field of accounting for land plots and cadastre. It was concluded that along with the acquisition of a plot of land, the new land user must take responsibility for the state and fertility of the soil, and the state must strengthen measures to control the rational use of soil at the same time as canceling the moratorium on the purchase and sale of agricultural land.

Незважаючи на далекі історичні корені, про земельний кадастр України як самостійний правовий інститут можна вести мову лише з кінця ХХ та початку ХХІ ст.

Після проголошення незалежності України порядок ведення, призначення і зміст земельного кадастру регламентується Конституцією України від 28.06.1996 р., Земельним кодексом України від 25.10.2001 р. № 2768-III, Законом України «Про державний земельний кадастр» від 7.07.2011 р. № 3613-VI та іншими нормативно-правовими актами.

Правовий аспект земельного кадастру характеризується поділом актів правового регулювання на дві окремі групи.

I. Законодавство, пов'язане з формуванням об'єктів кадастру та їх обліком, включає в себе:

- законодавство про землеустрій та плату за землю: закони України «Про державний земельний кадастр», «Про географічні назви», «Про землеустрій», «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», Податковий кодекс України;

- законодавство про облік і реєстрацію об'єктів нерухомості: закони України «Про іпотеку», «Про державну реєстрацію речових прав на нерухоме майно та їх обтяжень», «Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність», «Про ліцензування певних видів діяльності», «Про національну інфраструктуру геопросторових даних», «Про захист персональних даних», Порядок ведення державного земельного кадастру, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 17.10.2012 р. № 1051;

- законодавство про оцінку земель: закони України «Про оцінку майна, майнових прав та професійну оціночну діяльність», «Про оцінку земель»;

- законодавство про земельну реформу і земельні відносини: Земельний кодекс України, закони України «Про оренду землі», «Про порядок виділення в натурі (на місцевості) земельних ділянок власникам земельних часток (паїв)», «Порядок проведення інвентаризації земель» затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. № 476.

II. Законодавство, пов'язане з управлінням земельними ресурсами, містить:

- законодавство про розмежування повноважень державних органів влади: закони України «Про державний контроль за використанням та охороною земель», «Про центральні органи виконавчої влади», «Про місцеві державні адміністрації», наказ Міністерства аграрної політики та продовольства України «Про затвердження положень про територіальні органи Держгеокадастру» від 29 вересня 2016 р. № 333;

- законодавство про повноваження у сфері управління земельним кадастром органів місцевого самоврядування і територіальних громад: Законом України «Про місцеве самоврядування».

Характеризуючи стан сучасного кадастру, притаманними рисами для нього можна виділити: посилення ідеї створення геоінформаційних систем, що базуються на даних земельного кадастру; пошук шляхів підвищення ефективності у питаннях земельного менеджменту; застосування нових підходів у плануванні використання земельної власності та екологічних аспектів кадастру; зближення напрямів реєстрації земельної власності й кадастрового картографування.

Одним з найбільш актуальних питань щодо ведення земельного обліку є необхідність запровадження в Україні єдиної кадастрово-реєстраційної платформи, функцією якої була б реєстрація об'єктів нерухомості та прав на них, а також земельних ділянок. Це сприяло б ефективності системи оподаткування, а також прозорості ринку землі, створенню привабливих умов для інвестицій і забезпечення їх захисту. Вважаємо, що перш за все необхідно створити окремий підзаконний акт, який регулював би порядок внесення відомостей в реєстр, окреслював коло відповідальних осіб, а також встановлював стандарти щодо порядку внесення інформації, щоб вона не залишалася недостатньою чи неповноцінною.

Важливим аспектом дотримання усіх встановлених норм і стандартів, а також контролем якості впровадження нововведень є встановлення юридичної відповідальності за проступки у сфері обліку земельних ділянок і кадастру.

Громадяни і юридичні особи, винні в правопорушенні, повинні нести відповідальність відповідно до законодавства України. Таким чином, у випадках порушення принципів ведення державного земельного кадастру до суб'єктів правопорушень у даній сфері будуть застосовуватись усі відомі правовій науці види юридичної відповідальності, кожний з яких має свої особливості і, на даному етапі розвитку законодавства про державний земельний кадастр, проблеми реалізації.

Наразі в українському законодавстві немає чітко сформованого переліку проступків або ж навіть злочинів у сфері впорядкування і ведення земельного кадастру, тому, ми вважаємо, що для дотримання органами влади і місцевого самоврядування своїх повноважень, а також для добросовісного користування землею фізичними та юридичними особами необхідно прийняти певний

нормативно-правовий акт про майнову відповідальність за порушення у даній сфері, і щоб виручені кошти йшли у створений фонд для покращення, можливо, родючості ґрунтів, чи для вдосконалення інформаційної системи кадастрового обліку.

Тому вважаємо, що з уведенням обігу земель сільськогосподарського призначення, який регламентується Законом України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо умов обігу земель сільськогосподарського призначення», що був ухвалений законодавцем 31.03.2021 р. № 552-ІХ, а набирає чинності з 1.07.2021 р., разом із придбанням земельної ділянки новий землекористувач повинен взяти на себе відповідальність за стан і родючість ґрунту, а держава, одночасно зі скасуванням мораторію на купівлю-продаж сільськогосподарських земель, повинна посилити заходи контролю раціонального використання ґрунтів.

УДК 631.4:504.054

TOXIC CONSEQUENCES OF THE WAR IN UKRAINIAN SOILS: PROBLEMS AND WAYS TO SOLVE THEM

K. Smirnova¹, L. Mikhalska²

¹ National Scientific Center «Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky», Kharkiv, Ukraine

k_smirnova@meta.ua

² LLC "Kharkiv Scientific Center of Military Ecology", Kharkiv, Ukraine

krcme@ukr.net

ТОКСИЧНІ НАСЛІДКИ ВІЙНИ У ҐРУНТАХ УКРАЇНИ: ПРОБЛЕМИ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

К. Б. Смірнова, Л. Л. Михальська

У публікації висвітлено основні джерела забруднення сільськогосподарських земель під час війни в Україні. Наведено якісну оцінку токсичних речовин, які визначили у ґрунтах в зонах бойових дій. Розкрито актуальні питання щодо детоксикації і самоочищення ґрунтів, які потребують уваги науковців. Обґрунтовано необхідність удосконалення національної нормативно-методичної бази якості ґрунтів у зв'язку з новими екологічними ризиками. Аргументовано доцільність запровадження післяконфліктної екологічної оцінки та системи спеціального екологічного моніторингу земель під час реалізації Загальнодержавної цільової програми використання земель на 2023-2033 рр.

Soil pollution with toxic substances during the war can have long-term negative consequences for the population health, the quality of agricultural products and water resources, flora and fauna of Ukraine.

The entry of dangerous compounds into the soil occurs not only after the destruction of chemical enterprises, oil refineries, coal mines, storages of liquid waste from mining and industrial activities. The sources of agricultural land pollution are also the explosions of ammunition and the destruction of military equipment, which contains organic solvents, fuel, lubricants, paints, dielectric fluids in transformers, capacitors, stabilizing substances in cable coatings and electronics, etc.

In the case of a low-order detonation or in its absence during the explosion (for example, due to a malfunction), the remains of primary (initiating) and secondary explosives, propellants that propel rockets or accelerate projectiles from guns, and a whole series of accompanying pollutants from ammunition of various calibers. Most of them are toxic to humans and other living creatures. The products of their transformation in the soil are also quite dangerous.

In addition, the remains of primary (initiating) explosive substances (lead styphnate, mercury fulminate) and a whole series of concomitant pollutants from the composition of ammunition enter the soil in active war zones.

Thus, during the analysis of soil samples taken from war zones and places of explosions in different regions of Ukraine, specialists of LLC "Kharkiv Scientific Center of Military Ecology" detected the remains of explosive substances (RDX, TNT), their transformation products (formaldehyde and 1,3-dinitrotoluene, benzaldehyde, nitrophenol), propellants (ammonium perchlorate and 2,4-DNT, 2,6-DNT, which are also derivatives of the TNT decomposition), markers of plastic explosives (4-nitrotoluene) and basic substances of explosive mixtures (dinitrate diethylene glycol). In addition, they also found solvents of a use wide range (diethylene glycol and benzonitrile), aromatic hydrocarbons (naphthalene, phenanthrene, 9H-fluorene, 4H-cyclopenta(def)phenanthrene, 9,10-anthracenedione, fluoranthene, benzo(ghi)fluoranthene, pyrene, chrysene, benz(a)anthracene, perylene) and polychlorinated biphenyls (2,2',4,4',5-PCB, 2',3,4,5,5'-PCB, 2, 2', 4,6,6'-PCB, 2',3,3',4,4',5'-PCB, 1,1'-biphenyl).

In particular, polychlorinated biphenyls (PCBs), which are persistent organic pollutants and have long been banned from production, are still found in old Soviet military equipment, which is being destroyed en masse in the fields of Ukraine. It is not necessary to consume PCBs in food or water for negative health effects, vapors from the air or direct contact of toxicants with the skin are sufficient.

The burning of PCBs, motor oil and gasoline together with machinery leads to the formation of other highly toxic and carcinogenic compounds - dioxins, including furans (furfural), which are available for absorption by plants, animals and humans, are capable of bioaccumulation and are considered the most poisonous substances among those currently known.

A wide list of carcinogenic toxicants: benz(a)pyrene, benz(a)anthracene, pyrene, chrysene, benzofluoranthenes, and other polyaromatic hydrocarbons can be formed in soils after incomplete combustion of fuel and petroleum products, burning of organic matter in fields, and forest fires.

In the soil samples, which were selected by specialists of the NSC ISSAR in the places of explosions in the Kharkiv region, an excess of the background content of such heavy metals as nickel (1.3–4.0 clarks), copper (1.4–12.8 clarks), chromium (1.2–3.4 clarks), cadmium (2–18 clarks) and lead (2.6–22 clarks).

Such chemical elements as Cd, Pb, Ni, Cr, as well as organic pollutants such as formaldehyde, phenol, furfural, nitrotoluenes, PCBs, chrysene and other polyaromatic hydrocarbons are defined as dangerous carcinogens for humans or animals, causing irreversible changes or damage in parts of the genetic apparatus that control somatic cells (classifications of ACGIH, MAK (Germany), IARC or Order of the Ministry of Health of Ukraine No. 7 dated 13.01.2006).

In general, the incomplete list of pollutants that can be detected in the soil as a result of war operations is close to a hundred toxic substances. At the same time, the mechanisms and measures of neutralization of those chemical compounds in the in Ukrainian soil that are directly related to industrial or household pollution (petroleum products, heavy metals, etc.) are well researched. The processes of soil purification from the remains of explosive substances, their transformation products and some other specific organic toxicants from the composition of ammunition have not been studied in detail. The scientific community's knowledge of adsorption, decomposition under the action of photolysis and hydrolysis, biodegradation of these substances in soils,

their migration (including transformation products) into adjacent components of the environment is based mainly on research in different soil and climatic conditions of military training grounds in other countries.

This can significantly affect the effectiveness of bioremediation measures, the speed of soil detoxification processes and the migration of pollutants into other components of the environment, which requires the close attention of domestic scientists and the conduct of special research in war zones.

In connection with new environmental risks, there is also an urgent need to improve the national regulatory and methodological framework for soil quality, which requires the coordinated cooperation of various scientific institutions, ministries and agencies of Ukraine. In particular, it is advisable to review and develop a number of regulatory documents regarding the MPC values of hazardous substances in soils, the system for monitoring the ecological state of lands in war zones, methods of surveying and sampling soils at the sites of explosions, mechanisms for conservation and deconservation of lands, taking into account the level of pollution, the stability of toxicants and their danger to the environment and human health, etc.

The development and implementation of a post-conflict ecological assessment of lands in war zones, which is planned by the specialists of the NSC ISSAR during the preparation of the Project of the National Land Use Target Program for 2023-2033, will allow to determine the level of land chemical pollution taking into account the soil and climate characteristics and the types, concentrations of harmful substances, to assess the plant products contamination risks and the migration of toxic substances to other environment components, to develop recommendations for overcoming ecological risks for the environment and public health, to separate areas of land that need conservation, to develop measures for soil remediation and reclamation in war zones.

The development, organization and implementation of the special ecological monitoring system at agricultural lands in post-conflict zones will ensure effective control of the soil cleaning and restoration processes and, if necessary, adjustment of the remediation measures. Currently, the Project of the National Targeted Land Use Program for 2023-2033 is under review at the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine.

УДК : 631.427

ВПЛИВ ТРИВАЛИХ БОЙОВИХ ДІЙ НА СТАН ҐРУНТОВОЇ БІОТИ, ЩО ПРИЗВОДИТЬ ДО ЗНИЖЕННЯ ЯКОСТІ ЕКОСИСТЕМНИХ ПОСЛУГ

О. І. Старченко¹, О. М. Пузняк²

¹Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна

elena.starchenkoua@gmail.com

²Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція Національної
академії аграрних наук, Рокитні, Волинська область, Україна

oksana.puzniak@gmail.com

EFFECTS OF CONTINUOUS MILITARY ACTIONS ON SOIL BIOTA CONDITIONS THAT CAUSES DECLINE IN QUALITY OF ECOSYSTEM SERVICES

O. Starchenko, O. Puzniak

This article highlights the issues on negative effects of military actions on ecosystem conditions, soils and soil microbiota. Groups of microorganisms provide simultaneously a wide range of ecosystem services in soil. That is why the degradation processes which are arisen during military actions, do harm to the both natural and socio-economic sectors of social life.

Неможливо знайти сьогодні хоча б яку сферу життя українця, де б не пройшла руйнівною ходою війна. Враховуючи, що в місцях бойових дій спостерігаються ландшафтно-геохімічні зміни та деградація геосистеми, можна передбачити, що головний чинник небезпечних змін – це порушення ґрунтового профілю та його забруднення хімічними елементами в результаті воєнного впливу.

Негативними наслідками тривалих та інтенсивних антропогенних впливів є розвиток деградаційних процесів у ґрунтах.

Біологічна деградація техногенно забруднених ґрунтів визначається як процес стійких змін біологічних властивостей ґрунту і проявляється у зміні чисельності мікроорганізмів, зменшенні видового розмаїття і порушенні оптимального співвідношення різних видів ґрунтової мезо- і мікрофауни, розвитку патогенної мікрофлори та зміні інтенсивності протікання біохімічних процесів.

Аналіз впливів на рослинний і ґрунтовий покриви, виконаний під час моніторингового візиту Української Гельсінської спілки з прав людини «Захист навколишнього природного середовища під час збройного конфлікту», показав, що під час вибуху землю вириває шматками разом із рослинами; а потім рослинний покрив на поверхні вирви відновлюється більше ніж на 70 % за рахунок аборигенних рослин (за умов відсутності агресивної інвазійної культури). Складніше цей процес протікає у культурних рослин. У табл. 1 наведено приклади можливого домінування деяких видів рослин на різних ґрунтах і виходах порід у вирвах, утворених розривами снарядів.

Таблиця 1. Відсоток домінування певних видів рослин у вирвах і динаміка відновлення рослинного покриву*

Вид рослини, показник динаміки	Домінування рослин (%) на різних ґрунтах і виходах порід				
	піщаний	чорнозем	глина	мергель	крейдові схили
Злинка канадська (<i>Erigeron canadensis</i>), %	80-90	30-50	До 50	70-80	≤ 10
Лопух (<i>Arctium lappa</i>), %	0	1 вирва	0	0	0
Дурман (<i>Datura sp.</i>), %	-	одиночні випадки	-	-	-
Аборигенні рослини, %	10-20	> 50	≤ 10	10-20	≤ 10
Відсоток покриття вирви рослинами через два роки після воєнних дій, %	10-40	≤ 100	10-20	10-20	≤ 20
Очікуваний період відновлення (років)	5-7	2-3	5-10	5-10	≥ 10
*Загороднюк І. Біотичне різноманіття та екобезпека в зоні АТО: аналіз ситуації та ризиків. <i>Збереження біологічного і ландшафтного різноманіття України: матеріали науково-практичної конференції 7–8 липня 2016 р.</i> / За ред. В. А. Дякова. Святогірськ, 2016. С. 41–50.					

Безумовно, ці зміни суттєво впливають на ґрунтову біоту, її біорізноманіття. У найближчі 20-30 років людство може втратити близько 1 млн видів. Наскільки важливим у нашому житті є збереження біорізноманіття й підтримання природних процесів у доквіллі вказує кількість екосистемних послуг, які можуть виконувати ґрунтові мікроорганізми. У документі ООН «Millenium Ecosystem Assessment» екосистемні послуги називають «прямим і непрямим внеском екосистем у добробут людини» (табл. 2).

Таблиця 2. Екосистемні послуги ґрунтової біоти

Ecosystem Services Provided By Soil Microorganisms

Постачання (provisioning)	Регулювання (regulating)	Підтримання (supporting)	Культура (cultural)
<ul style="list-style-type: none"> - Біомаси ґрунту, амінокислоти, фітогормонів, інші БАР; - біологічного азоту; - доступних для рослин форм фосфору; - через кореневу систему 20% фотосинтезованих речовин; - різноманіття генетичного, міжвидове, тощо; - біоагентів для біопрепаратів; - продукування газів, серед яких переважає CO₂, є також у менших кількостях CH₄, NO, N₂O, H₂S. 	<ul style="list-style-type: none"> - участь у кругообігу хімічних біогенних елементів (N,P, K) кругообігу вуглецю та інш.; - прояв антагоністичних властивостей для регулювання санітарного режиму в ґрунті, тощо 	<ul style="list-style-type: none"> - забезпечення гомеостазу ґрунтової мікрофлори; - підтримка фітосанітарного стану ґрунту; - формування резистентних угруповань м/о у забруднених ґрунтах, тощо. 	<ul style="list-style-type: none"> - Духовні та рекреаційні блага; підтримка біорізноманіття; послуги пізнання

Дослідження показують, що не лише наявність хімічних елементів та їх сполук, які утворилися внаслідок вибухів артилерійських снарядів та бомб, несуть небезпеку ґрунтовому середовищу, але також, залучаючись до кругообігу речовин, вони ініціюють появу нових токсичних сполук (табл. 3).

Таблиця 3. Вплив на ґрунтову біоту хімічних сполук, утворених після вибухів артилерійських снарядів та бомб

Хімічні сполуки й елементи	Вплив на мікробну біоту ґрунту	Рівень чутливості різних мікробних угруповань ґрунту до забруднення
Азот, сірчаний газ, сірка, свинець, стронцій, титан, ванадій, кадмій та інші важкі метали	<p>Фотохімічна реакція перетворює у розчин сірчаної, сернистої, азотистої та азотної кислот, які з опадами потрапляють до ґрунту.</p> <p>Токсичний для рослин алюміній, пригнічує в цілому мікробну діяльність.</p> <p>Зменшується видова різноманітність мікрофлори, відбувається абсолютне домінування невеликої кількості резистентних видів.</p>	<p>Найвищу чутливість до забруднення важкими металами проявляють оліготрофні бактерії.</p> <p>Відносно більш висока стійкість властива целюлозолітичним бактеріям, грибам і мікроміцетам, особливо темнопігментованим.</p>

	Знижується активності ферментів: мілази, інвертази, каталази, дегідрогенази, уреаз, а також чисельності окремих агрономічно корисних груп мікроорганізмів. Інгібуються процеси мінералізації; знижується інтенсивність амоніфікації, нітрифікації, денітрифікації, розкладання клітковини. Пригнічується дихання ґрунтових мікроорганізмів. Проявляється мутагенний фактор.	Бактерії більш чутливі до високих концентрацій ВМ, ніж гриби. Найбільш вразливими є представники роду <i>Azotobacter</i> . Для бактерій та актиноміцетів є доведеною тенденція зменшення чисельності після забруднення ґрунту ВМ;
Ртуть	Під час вибухів беєприпасів під дією мікроорганізмів сполуки ртуті можуть переходити у найбільш небезпечну форму	для бацил і ґрунтових грибів — зворотний ефект, у грибів посилюється споруляція.

Наші експериментальні дані з двох обстежених об'єктів показали високу чутливість видів азотобактеру в с.-г. ґрунтах: їх чисельність знизилася майже на всіх варіантах після потрапляння снарядів (підрахунок проводили у % оброслих грудочок порівняно з контролем):

с. Мала Рогань

- поле 1: контроль – 99 %, варіанти після обстрілу в середньому 54,8 %;
- поле 2: контроль – 94 %, варіанти після обстрілу в середньому 8,5 %;
- поле 3: контроль – 61 %, варіанти після обстрілу в середньому 2,5 %.

с.мт Новий Коротич

- поле № 1: контроль – 13,92 %, варіант після обстрілу 9,88%.

Можемо припустити наскільки знизився один тільки потенціал азотфіксувальної функції ґрунту.

Суттєво понизили свою чисельність і інші еколого-фізіологічні угруповання мікроорганізмів в локаціях, де було потрапляння пального. Але також у деяких випадках реакція з чисельністю мікроорганізмів була діаметрально протилежною у ґрунті, забрудненому соляркою, домішки якої можливо стали живильним субстратом для певних угруповань (табл. 4).

Таблиця 4. Чисельність мікроорганізмів основних груп у забрудненому ґрунті (шар 0–30 см) у с. Мала Рогань, поле № 3

Варіант досліджу	Вологість ґрунту, %	Мікроорганізми, що засвоюють азот, млн КУО /г с. г.			Актиноміцети, млн КУО/г с. г.	Гриби, тис. КУО /г с. г.	Оліготрофи, млн КУО/г с. г.	Евтрофи, млн КУО/г с. г.
		органічний	мінеральний					
			всього	бактерії				
Контроль	26,68	6,72	14,92	6,96	7,96	17,32	9,35	21,66
Забруднення солянкою	32,32	137,65	207,78	145,05	62,73	10,14	109,77	345,44
Забруднення кислотою	30,60	4,06	0	0	0	13,31	0	4,16
НІР _{0,05}	–	2,66	9,70	–	3,02	13,71	1,61	–

Примітка: с. г. — сухий ґрунт

Однак, які б критерії пошкодження екосистемних послуг ми не розглядали, зрозуміло, що змінилася провідна умова середовища для біоти: з'явилася токсичність ґрунтового розчину, яку підтверджено експериментально (табл. 5).

Таблиця 5. Виявлення токсичності ґрунту (у шарі 0-30 см) за біотестами на насінні кукурудзи та люпину

Варіант досліджу	Параметри, +/- до контролю (кукурудза / люпин)			
	енергія, %	схожість, %	довжина корінця, см	висота стебла, см
с. Мала Рогань, поле № 3				
Забруднення солянкою	+16 / +14	+16 / -2	-15,5 / -1,3	-5,5 / -1,3
Забруднення кислотою	0 / -14	-4 / -10	-4 / 0	-11,5 / -3,7
с.мт Новий Коротич, поле № 1				
Вирва від авіабомби (100 кг)	-24 / -20	-24 / -26	-10 / 0	-3,9 / -5,9

Усі екосистемні послуги безкоштовні, оскільки люди не оплачують їх використання або споживання. Монетизація (оцінка у грошовому еквіваленті) екосистемних послуг потрібна для того, щоб оцінити масштаби втрат, які ми переживаємо, втрачаючи екосистеми й види. До 2050-х років тільки в наземних екосистемах ми втрачатимемо щорічно екосистемні послуги, еквівалентні за ціною приблизно 50 млрд євро, і це без урахування воєнних конфліктів. Знання про значне погіршення якості виконання екосистемних послуг дозволяють побачити, якими значними економічними збитками обернеться воєнна агресія.

УДК 631.416

ІННОВАЦІЙНИЙ АЛГОРИТМ ДІАГНОСТИКИ ТА ОПТИМІЗАЦІЇ КИСЛОТНОГО СЕРЕДОВИЩА ҐРУНТІВ

Р. С. Трускавецький, В. В. Зубковська, І. М. Хижняк

*Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії
імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна*

v.zubkovskya@gmail.com

THE INNOVATIVE ALGORITHM OF DIAGNOSTICS AND OPTIMIZATION OF SOIL ACID ENVIRONMENT

R. S. Truskavetsky, V. V. Zubkovska, I. M. Khyzhniak

It was established that, along with the pH value of the soil solution, an important role in the normalization of measures to optimize the acid-base regime is played by the "lime potential" (pH - 0.5 pCa). Studies have shown that it has its optimal, permissible and critical parameters for soils of different genesis. It is noted that it is almost impossible to artificially create parameters of lime potential that are not characteristic of the soil and this can lead to a complication of the ecological situation.

В агрохімічній практиці фактично до цього часу відсутні об'єктивні методи визначення норм внесення хімічних меліорантів (передусім вапна) для нейтралізації кислого середовища, що притаманне переважній більшості ґрунтів Полісся, Лісостепу та Карпатського регіону. До цього часу агрохімічна служба використовує переважно такі критерії як значення гідролітичної та обмінної кислотностей, які включають приховані в поглинальному комплексі ґрунту іони водню і, меншою мірою, користується показником активної кислотності (рН водний), себто активною кислотністю ґрунтового розчину. Причина — у відсутності кореляції між цим показником та урожаєм основних кальцієфільних польових культур, що пов'язано з різною здатністю ґрунтів до саморегуляції кислотно-основного режиму, генетично притаманного тому чи іншому ґрунту. Ця здатність оцінюється кислотно-основною буферною ємністю — рН-буферністю, дослідження якої дозволило нам обґрунтувати новий, більш об'єктивний метод з визначення норм вапна [ДСТУ 4456:2005] за кривою рН-буферності. Проте залишаються невизначеними оптимальні параметри рН водного для різних за своїми генетичними особливостями ацидних ґрунтів.

Негативний вплив підвищеного кислотного середовища на врожайність основних культур в різних ґрунтах неоднозначний. За наявності достатньої кількості іонів кальцію в ґрунтовому розчині токсичність іонів водню істотно падає, тобто важливим є співвідношення між іонами водню і кальцію в ґрунтовому розчині, яке дотепер в практиці агрохімічного обслуговування не враховується. Отже, крім безпосереднього значення рН ґрунтового розчину важливу роль у нормуванні заходів з оптимізації кислотного-основного режиму відіграє співвідношення між зазначеними катіонами ґрунтового розчину з існуючою в літературі назвою «вапняний потенціал» ($pH - 0,5 pCa$).

Слід зауважити, що актуальність ефективних прийомів окультурення кислих ґрунтів і підвищення їх родючості в гумідних регіонах України, як більш віддалених від воєнних зіткнень територій, та за умов продовження російської агресії, істотно зростає заради збереження продовольчої безпеки нашої держави та виконання міжнародних продовольчих зобов'язань.

Реакція ґрунтового розчину, як відомо, пов'язана з генетичною природою ґрунтів та підґрунтя, а також залежить від їх хімічного, фізико-хімічного, літолого-гранулометричного складу та властивостей. Незбалансоване застосування добрив і меліорантів, нехтування сівозмінами, техногенні викиди, а також газові продукти розриву снарядів і мін забруднюють атмосферу та атмосферні опади, а в кінцевому підсумку — ґрунтово-рослинний покрив та водні джерела. На території України переважна площа ґрунтів, що використовується для вирощування сільгосподарських культур, за кислотно-основною рівновагою знаходиться в інтервалі рН ґрунтового розчину від 5,5 до 6,5 одиниць. Проте в регіонах Полісся, Лісостепу, Прикарпаття, Карпат і Закарпаття переважають ґрунти, недостатньо насичені лужно-земельними металами, в яких рН ґрунтового розчину опускається нижче 5,5.

Кислотна агресивність ґрунтового розчину, що зумовлена активністю іонів водню, істотно посилюється в присутності іонів алюмінію та заліза і слабшає за наявності іонів кальцію і магнію. Найбільш важливу роль в нейтралізації кислотності грають іони кальцію, дефіцит яких у ґрунтовому розчині кислих ґрунтів може досягати 55-65 %. Отже, крім показника рН, який безпосередньо відображає концентрацію і активність іонів водню, важливим критерієм

оптимізації кислотно-основного режиму, як уже відмічено, виступає вапняний потенціал ($pH - 0,5pCa$) — співвідношення між параметрами активностей (концентрації) іонів водню та кальцію у ґрунтовому розчині.

За рівнозначних параметрів pH водного, але неоднакових — іонної активності кальцію, кислотний рівень шкідливості різний. Кращі умови зростання створюються там, де вапняний потенціал урівноважений і в ґрунтовому розчині міститься достатня кількість іонів кальцію, присутність яких істотно загальмовує негативний, а іноді й токсичний вплив підвищеного вмісту іонів водню на ріст і розвиток сільськогосподарських культур. Отже, вапняний потенціал поряд з показником pH є важливим критерієм в алгоритмі діагностики та оптимізації кислотно-основного режиму ґрунтів. Для цього значення вапняного потенціалу ми додатково використали нанесенням його на раніше опрацьовану графічну модель кривої pH -буферності

Наші дослідження з питань вапняного потенціалу ($pH - 0,5pCa$) показали, що для ґрунтів різної генези він має свої оптимальні, допустимі й критичні параметри. Так, для ґрунтів підзолистого типу ґрунтоутворення, а саме, дерново-підзолистого супіщаного та середньосуглинкового, оптимальне значення вапняного потенціалу становить 4,2–4,8 (критичні значення у кислотному інтервалі становлять $< 3,3$, у лужному — $> 5,3$) та 3,6–5,0 (критичні значення у кислотному інтервалі становлять $< 2,8$, у лужному — $> 5,4$) відповідно. Ґрунти дернового типу ґрунтоутворення (чорноземи типові, чорноземи звичайні і чорноземи південні важкосуглинкові) мають вищі оптимальні значення вапняного потенціалу, який сягає 4,8–5,8, критичні ж для кислого інтервалу становлять $< 4,2$, а для лужного — $> 6,2$. Торфові евтрофні мало- і середньозольні слабокислі ґрунти мають середні порогові значення вапняного потенціалу порівняно з вище переліченими ґрунтами.

Слід зазначити, що спроби штучно створити параметри вапняного потенціалу, не властиві даному ґрунтовому індивідууму, які для інших ґрунтів є еталонними, майже нездійсненні, а в іншому випадку навіть можуть призвести до ускладнення екологічної ситуації з порушенням кругообігу речовин і енергії в агроєкосистемах. У зв'язку з цим, комплекс агротехнологічних прийомів з оптимізації кислотно-основного режиму ґрунтів з підвищеною кислотністю і дефіцитом кальцію набуває принципово іншого характеру та змісту.

На зміну заялжених і невиправдано високовитратних і екологічно небезпечних нормативів та прийомів з хімічної меліорації кислих ґрунтів приходить нова модель та інноваційний алгоритм з діагностики й оптимізації родючості ґрунтів з підвищеною кислотністю.

УДК 631.416

ПРОБЛЕМИ ПИРОГЕННОЇ ДЕГРАДАЦІЇ ТА СТАЛОГО ФУНКЦІОНУВАННЯ ТОРФО-БОЛОТНИХ УГІДЬ ПОЛІССЯ УКРАЇНИ

Р. С. Трускавецький, І. М. Хижняк, В. В. Зубковська

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О. Н. Соколовського», м. Харків, Україна

irina_mikaella@ukr.net

PROBLEMS OF PYROGENIC DEGRADATION AND SUSTAINABLE FUNCTIONING OF THE PEAT LANDS OF THE POLESSYE ZONE OF UKRAINE

R. S. Truskavetsky, I. M. Khyzhniak, V. V. Zubkovska

Almost 70 %, or 820 thousand ha, of all agricultural peat lands of Ukraine are concentrated in Polissia zone. Peat soils perform different ecological, productive and social functions, but currently they have crucial defensive function as well, because they are nature barrier for enemy attack and for free movement of heavy military vehicles. Military actions cause fires on peat lands that lead to the transformation of peat soils. The functioning of peat lands under different directions of their use should be balanced, ecologically safe, economically and socially proved. Nowadays it has become actual the environment-related direction of peat land use which means renaturalization of degraded areas of these lands and recovery of biodiversity of wet flora and fauna.

Порівняно з іншими природними зонами Полісся характеризується найбільш високим рівнем заболоченості і поширенням торфо-болотних угідь. Вони займають тут, як правило, суцільні масиви заплавлених земель, замкнуті западини та улоговини карстового походження на міжзаплавлених територіях. Загальна орієнтовна площа торфо-болотних угідь на території України в межах земель сільськогосподарського використання становить 1 млн 170 тис. га, з них на поліську зону припадає приблизно 820 тис. га, або 70 %.

В минулому значні масиви торфових боліт входили до категорії топких непрохідних і слугували надійним сховищем і притулком для місцевих жителів, що втікали, захищаючись від соціальної несправедливості та ворожих полчищ.

Партизанські загони, користуючись прохідними болотними стежками та суходільними острівками серед боліт, чинили відчутний супротив ворожій навалі. Важливо нагадати, що в періоди минулих світових воєн, не виключаючи мирного часу, кислий сфагновий торф верхового типу використовувався як антисептик для знезараження і вигоювання ран.

На сьогодні ренатуралізація деградованих осушуваних торфовищ Полісся, як шлях до відновлення водно-болотних угідь, відіграє не тільки екологічне, культурне, наукове та рекреаційне значення (згідно з низкою Міжнародних документів, зокрема, першого з них – Рамсарської Конвенції 1974 року), але й оборонне, оскільки слугує немаловажним природним бар'єром для стримування атакуючого ворога і проходів воєнної техніки.

Функції та послуги торфо-болотних угідь не вичерпуються вище сказаним. Вони набагато ширші. Торфові болота в ландшафті є регуляторами гідрологічного режиму територій, екологічними нішами для перебування, гніздування, розмноження та зростання специфічної болотної фауни і флори. З розвитком науково-технічного прогресу напрями використання торфо-болотних угідь і торфу постійно урізноманітнювались. Наразі відомі три основні напрями використання цього ресурсу: **природоохоронний** (заповідники, заказники, біосферні парки), **видобувний** – для виробництва різноманітної продукції (добрив, палива, будівельних матеріалів, продуктів хімічної промисловості, різноманітних субстратів для культур закритого ґрунту і для інших потреб) і **землеробський** – осушувальна меліорація та освоєння боліт під сільськогосподарські культури (переважно кормової цінності). Донедавна третій напрям вважався найбільш ефективним. Проте вибір раціонального напрямку використання не простий і залежить від багатьох чинників. Він є індивідуальним для кожного конкретного торфо-болотного масиву та навіть його окремих земельних ділянок.

Нагадаємо, що будівництво дренажних систем в Україні, зокрема і на торфових болотах, набрав небачених масштабів у другій половині минулого сторіччя. Щорічно в період 1964-1989 рр. осушувальною дренажною системою закритого і відкритого типів, на жаль з численними недоліками, охоплювалось і передавалось в експлуатаційне управління, сільськогосподарське освоєння та використання в середньому до 110 тис. га перезволожених і болотних земель.

Загальна площа осушуваних земельних угідь наприкінці 1989 року в Україні перевищила 3 млн га, в тому числі торф'яних боліт близько 1 млн га. Практика осушувальних меліорацій на мінеральних заболочених ґрунтах поверхневого і підґрунтового гідроморфізму певною мірою себе виправдовувала. Натомість масштабне та суцільне осушення торфо-болотних земельних масивів без урахування природної якості ґрунтів, рівня піддатливості їх окультуренню та деградаційним процесам нанесло і продовжує наносити відчутні екологічні та соціальні збитки. Українська земля, як відомо, є багатою на ґрунтовий ресурс чорноземного типу. В епоху «зелених революцій», інноваційних агротехнологічних проривів ніякої соціальної необхідності в проведенні масштабного осушування торфо-болотних угідь, що мало місце в радянський період, не було. Відносно окремих екологічно значущих і вразливих торфо-болотних масивів Полісся, фактично, були вчинені екологічні злочини. На теперішній час переважна частина площ осушуваного торфового земельного ресурсу не використовується, він катастрофічно виснажується, масово викидаючи в повітря парникові гази та забруднюючи поверхневі води сполуками розкладу торфу. Проблема кричуща. Вона вимагає поступового, без всякого зволікання та затягування, вирішення. Шляхи екологічно безпечного використання висвітлено в низці опублікованих нами наукових праць та в розробленій ННЦ «ІГА імені О.Н. Соколовського» Концепції комплексного використання торфового ресурсу, яку обговорено та схвалено на засіданні Президії НААН ще у 2009 році.

За будь-якого напрямку використання режим функціонування торфо-болотних земельних комплексів має бути виваженим, екологічно безпечним, економічно та соціально доцільним. У нинішній час зростає актуальність природоохоронного напрямку використання, що передбачає, передусім, ренатуралізацію значної площі деградованих торфо-болотних угідь та вироблених торфовищ з відродженням біорізноманітності болотної флори і фауни. Цей напрям дозволяє адаптувати осушуваний торфовий земельний ресурс до навколишнього середовища і припинити його подальшу катастрофічну деградацію.

Значні збитки торфовим ресурсам завдають пожежі як чинник пірогенної трансформації осушеного торфовища. Ці явища на осушеному торфовищі мають свою специфіку. Горіння торфовищ супроводжується інтенсивним димотворним тлінням у товщі торфового покладу, яке швидко поширюється по торф'яному масиву завдяки, так званим, повітряним «жилам», які в цілинному торфовому покладі були заповнені водою. Ці повітряні «жили» слугують своєрідними димоходами, по яких горіння торфовища швидко поширюється з охопленням значної площі. Така специфіка спустошливих торфових пожеж нерідко створює значні труднощі в їх гасінні, особливо на осушених торф'яниках з дренажною системою односторонньої (водовідвідної) дії. За малої потужності торфового покладу вся торфова маса вигорає, залишаючи шар торфового попелу (золи), який легко піддається дефляції. В результаті повного спустошення орґано-вуглецевого енергетичного ресурсу на поверхню виходить безплідна мінеральна порода.

Однією з причин виникнення торфових пожеж, які почастишали через потепління клімату, є розриви снарядів і мін під час воєнних зіткнень. Яскравим прикладом цьому слугують спричинені уже теперішньою російсько-українською війною новоутворені пірогенні торфові ґрунти на заплавах р. Ірпінь. Цей приклад свідчить, що ренатуралізація осушуваних торфо-болотних угідь слугує не тільки відновленню втрачених ними мирських корисних функцій, але й створює значний бар'єр можливому вторгненню ворожих сил з півночі нашої країни (Поліська зона), загроза якої в майбутньому не виключена.

В перший рік на торфових згарищах фактично відсутня рослинність і тільки згодом (через 2-3 роки) з'являється спочатку, як правило, галофільна рослинність, яка поступово змінюється на різнотравно-злакову гідрофільну. Вона інтенсифікує процес вторинного ґрунтоутворення і у верхній частині зольного шару формується гумусовий дерновий горизонт, який з часом поширюється на всю його глибину.

Зольний горизонт характеризується високою лужністю – на дослідженому нами торфовому згарищі осушувальної системи «Полицька» Волинської області в перші роки після повного згорання торфовища показник $pH_{\text{водн.}}$ досягав 9 одиниць. В золі виявлено значну кількість $(\text{HCO}_3)^-$, менше $(\text{SO}_4)^{2-}$, високий уміст K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , менше Na^+ . Поступово, на 4-5 рік після пожежі, лужні і значна частина лужноземельних катіонів вимивається із зольного горизонту ґрунту,

а *in situ* залишаються оксиди Si, Fe і Al, менше – Ca і Mg. Залежно від їх співвідношення зольний шар набуває забарвлення від світло-сірого до сіро-бурого чи вохристо-червонуватого. З часом висока лужність падає – ґрунт набуває нейтральної, а згодом і кислої реакції середовища. Морфологічний профіль пірогенних торфовищ відзначається наявністю гідрофобного та обвугленого торфового горизонту, непридатного для розвитку кореневої системи рослин.

Перспективним напрямом слід назвати використання деградованих торфоболотних угідь для створення плантацій енергетичних культур як надійного сировинного джерела відновлювальної «зеленої» енергетики. Цей напрям стає актуальним, оскільки здатний сповна замінити торф і певною мірою пом'якшити природні та штучно створені кризові енергетичні ситуації.

Торфовий паливний ресурс на нині діючих торфопідприємствах наближається до повного вичерпання. Енергетичні культури, як джерело відновлюваної «зеленої енергетики», є перспективними заміниками паливного торфу. Рекультивация вироблених торфовищ під плантації енергетичних культур (найперспективніші – енергетична верба та міскантус), модернізація на їхній основі технологічного процесу з виробництва біопалива дозволить функціонуючим нині торфопідприємствам після виробки торфових запасів успішно продовжувати господарську діяльність, забезпечити їх сталий розвиток, зберегти робочі місця та зайнятість місцевого працездатного населення, підвищити енергетичну безпеку місцевих громад, не допускаючи кризового стану, зокрема, і в періоди воєнного лихоліття.

УДК 504

ЕКОНОМІЧНІ ЗБИТКИ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІЙ ГАЛУЗІ УКРАЇНИ ВІД ЗБРОЙНОЇ АГРЕСІЇ РФ

В. В. Уманець

*Центральноукраїнський національний технічний університет,
м. Кропивницький, Україна
umanetsvitaliy1975@gmail.com*

ECONOMIC LOSSES FROM MILITARIZATION FOR THE AGRICULTURAL SECTOR OF UKRAINE

Vitalii Umanets

As a result of the armed aggression of the Russian Federation against Ukraine, our country suffered significant losses in many infrastructures, in particular in housing and energy. But for our country, as an agrarian country, receiving significant damage to land resources is quite painful and negative. This article describes the features of assessing damage caused to land resources of Ukraine during the war. Also described are the features of the indicators by which damage from aggression is assessed.

Внаслідок збройної агресії Російської Федерації наша держава зазнала значних збитків у багатьох інфраструктурах, зокрема в житловій та енергетичній. Але для нашої країни, як аграрної, досить болісним і негативним є значне пошкодження земельних ресурсів.

На даний момент шкоду та збитки можна визначити згідно з підпунктом 9 пункту 2 [Порядку визначення шкоди та збитків, завданих Україні внаслідок збройної агресії Російської Федерації, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 20 березня 2022 року № 326](#). Шкода, оцінюються з урахуванням таких показників:

1. витрати на рекультивацію земель, які були порушені внаслідок бойових дій, будівництво, облаштування та утримання інженерно-технічних і фортифікаційних споруд, огорож, прикордонних знаків, прикордонних просік, комунікацій для облаштування державного кордону;
2. збитки, завдані власникам (землекористувачам) земельних ділянок сільськогосподарського призначення;
3. витрати на відновлення меліоративних систем;

4. шкода, завдана ґрунтам та земельним ділянкам внаслідок забруднення ґрунтів речовинами, які негативно впливають на їх родючість та інші корисні властивості;

5. шкода, завдана ґрунтам та земельним ділянкам внаслідок засмічення земельних ділянок сторонніми предметами, матеріалами, відходами та/або іншими речовинами.

Кожен пункт цього порядку має свої особливості виконання, а отже і необхідність наявності чималої кількості засобів, персоналу та часу, що також треба оцінювати і включати в збитки.

Наприклад, рекультивація постраждалих від вибухів ґрунтів, після обстеження та розмінування, здійснюється шляхом механічного загортання скребками бульдозерів та грейдерів без урахування внутрішньої будови ґрунту та генетичних горизонтів, тобто проводиться груба рекультивація. Необхідно враховувати витрати на техніку, зокрема бульдозери та грейдери, персонал та паливо.

Відшкодування збитків власникам (землекористувачам) земельних ділянок та витрати на відновлення меліоративних систем мають також чимало особливостей. По-перше, розмір завданих збитків власникам (землекористувачам) земельних ділянок сільськогосподарського призначення, зокрема із урахуванням фактично понесених витрат на приведення земельних ділянок у придатний для використання стан, визначається відповідно до [Порядку визначення та відшкодування збитків власникам землі та землекористувачам, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 квітня 1993 року № 284](#). По-друге, розмір збитків визначається комісіями, створеними міськими, районними державними адміністраціями, виконавчими органами сільських, селищних, міських рад, до складу яких включаються представники зазначених органів (голови комісій), власники землі або землекористувачі (орендарі), яким заподіяно збитки, представники підприємств, установ, організацій та громадяни, які будуть їх відшкодовувати, представники територіальних органів Державної служби України з питань геодезії, картографії та кадастру, Державної екологічної інспекції України, фінансових органів, органів у справах містобудування і архітектури. Результати роботи комісій оформляються відповідними актами, що затверджуються органами, які створили ці комісії.

Також до збитків власників (землекористувачів) треба включати неодержаний доход – це доход, який міг би одержати власник землі, землекористувач, у тому числі орендар, із земельної ділянки і який він не одержав унаслідок її вилучення (викупу) або тимчасового зайняття, обмеження прав, погіршення якості землі або приведення її у непридатність для використання.

Шкода, завдана ґрунтам та земельним ділянкам внаслідок забруднення ґрунтів речовинами, які негативно впливають на їх родючість та інші корисні властивості та шкода, завдана ґрунтам та земельним ділянкам внаслідок засмічення земельних ділянок сторонніми предметами, матеріалами, відходами та/або іншими речовинами Факти забруднення ґрунтів та/або засмічення земель, а також їх масштаби можуть встановлюватися уповноваженими особами Держекоінспекції шляхом:

- огляду земельних ділянок;
- даних дистанційного зондування землі;
- досліджень отриманих зразків проб ґрунтів;
- опрацювань висновків будь-яких експертиз, пояснень, довідок, документів, матеріалів, відомостей, отриманих, зокрема, з будь-яких джерел, оперативних повідомлень фізичних та юридичних осіб тощо.

Отже, завдяки вищезазначеним показникам оцінки шкоди та збитків, а також особливостям виконання даної оцінки, виконання робіт по рекультивації земель, відновленню меліоративних систем можна буде об'єктивно оцінити завдану шкоду та збитки від російської агресії в Україні, на її земельних ресурсах.

УДК 631.8:633.4

ВПЛИВ БІОПРЕПАРАТІВ НА ПІДВИЩЕННЯ РОДЮЧОСТІ ДЕРНОВО-ПІДЗОЛИСТОГО ҐРУНТУ В УМОВАХ ЗАХІДНОГО ПОЛІССЯ

Т. О. Хоменко¹, О. Л. Тонха¹, М. О. Пузняк²

¹Національний університет біоресурсів і природокористування України, м. Київ

²Волинська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту картоплярства НААН, м. Луцьк, Україна

volyata@gmail.com

THE USAGE OF BIO-PREPARATIONS FOR FERTILITY INCREASING OF SODDY-PODZOLIC SOIL IN THE CONDITINS OF WESTERN FOREST-STEPPE

T. O. Khomenko, O. L. Tonkha, O. M. Puznyak

In theses it was justified the use of biopreparations with a purpose of increasing the fertility of the soil, due to the increase of the amount of humus in the soil. Based on the results of the study on the factor A the Ecostern destructor at a rate of 1.2 l / ha was applied in, one can observe a steady trend of humus content increasing in comparison to the options the destructor wasn't applied in. The relative share of growth was changing from 3.5% to 9.27%. Based on the results of the analysis for factor B (applying into the soil and foliar application of biopreparations), the increasing of relative share of growth of humus can be observed if to compare with control sample, both on the background of without applying of a destructor and when Ecostern was applied at a rate of 1.2 l/ha.

На сьогодні деградація ґрунтів відбувається не тільки внаслідок впливу природних, але й антропогенних факторів, таких як розробка родовищ корисних копалин, виконання геологорозвідувальних, дослідницьких, будівельних робіт, а також ведення воєнних дій, які відбуваються на території нашої країни в зв'язку зі збройною агресією російської федерації. При цьому порушується або знищується ґрунтовий покрив, утворюється техногенний рельєф тощо.

Важливий показник родючості, який інтегрує в собі практично всі властивості та процеси ґрунтів – гумус. Тому вплив органічної речовини на формування ґрунтової родючості, ріст і розвиток рослин є всебічним та багатофункціональним. Із гумусовими речовинами пов'язані основні умови життя та розвитку рослин, які віддзеркалюються в характеристиках ґрунтового профілю: потужність і багатство гумусового горизонту, реакція середовища, фізичні властивості ґрунтової маси, біологічна та мікробіологічна активність,

фітосанітарний стан тощо. Тому, оцінюючи гумусовий стан ґрунтів, ми оцінюємо потенціал ґрунту. Поряд із цим, відомо, що в різних ґрунтово-кліматичних зонах об'єм та якість органічної речовини природних біоценозів, що обумовлює біологічний кругообіг, неоднакові. Тому на орних землях виникає необхідність регулювання кількості гумусу в ґрунті, створення умов для забезпечення його бездефіцитного (урівноваженого) і позитивного балансу (якщо вміст у ґрунті новоутвореного гумусу перевищує його витрати в результаті мінералізації). Пошук шляхів гарантованого відтворення органічної речовини в ґрунті, надійного контролю та ефективного підтримання оптимального гумусового стану є надзвичайно важливим. Основними джерелами надходження і накопичення органічних речовин у ґрунті є кореневі та післяжнивні рештки, побічна продукція вирощуваних культур і органічні добрива. В міру накопичення гумусу в дерново-підзолистому ґрунті зростає його роль у підвищенні продуктивності сільськогосподарських культур. Завданням наших досліджень було встановити зміни гумусового стану в дерново-підзолистому ґрунті залежно від застосування біопрепаратів у короткоротаційній сівозміні.

Полеві дослідження проводили в умовах Західного Полісся на Волинській державній сільськогосподарській дослідній станції Інституту картоплярства НААН у двофакторному стаціонарному польовому досліді за органічної технології вирощування картоплі. Ґрунт дослідної ділянки – дерново-підзолистий. Картоплю вирощували в короткоротаційній сівозміні: вика-овес на зерно, гірчиця на сидерат, картопля. Сорт картоплі – Партнер. Повторення чотириразове.

Досліджували два фактори: Фактор А – деструкція сидерату з застосуванням біопрепарату Екостерн та без нього. Екостерн вносили по сидерату (гірчиця) з наступним його зароблянням; Фактор Б – по фоні біодеструктора Екостерн та без нього застосовували інші препарати відповідно схеми: 1. Без внесення біопрепаратів (контроль); 2. Внесення в ґрунт Мікохелп 2,0 л/га + фоліарно Агат 25 – 100 мл/га; 3. Внесення в ґрунт Мікохелп 2,0 л/га + фоліарно Регоплант – 50 мл/га; 4. Внесення в ґрунт Мікохелп 2,0 л/га + фоліарно Фітохелп – 1,0 л/га; 5. Внесення в ґрунт Мікохелп 2,0 л/га + фоліарно Стимпо – 15 мл/га.

Мікохелп застосовували навесні під культивуацію, перед висаджуванням картоплі. Обробка препаратами фоліарно була 3-разовою: змикання бадилля в рядку, бутонізація та після цвітіння.

За результатами досліджень встановлено, що вміст гумусу коливається залежно від використання біопрепаратів. Так по фактору А де застосовувався деструктор Екостерн в нормі 1,2 л/га ми бачимо стійку тенденцію до підвищення вмісту гумусу порівняно з варіантами де не застосовувався деструктор. Відносна частка вмісту гумусу змінювалась від 3,5 % на варіанті 3 до 9,27 % на контролі. В середньому по фоні, де застосовували Екостерн 1,2 л/га відносна частка вмісту гумусу підвищувалася на 6,8 % порівняно з фоном де не застосовувався деструктор.

З результатів аналізу за фактором Б (внесення в ґрунт та фоліарне внесення біопрепаратів) спостерігається зростання відносної частки вмісту гумусу, порівняно з контрольним варіантом, від 2,93 % на варіанті 2 до 10,73 % на варіанті 3 на фоні без деструктора. На фоні де застосовувався Екостерн в нормі 1,2 л/га також встановлено підвищення вмісту гумусу до контрольного варіанту по даному фоні від 1,34 % на варіанті 2 та 5 до 4,91 % на варіанті 3.

Кращим виявився варіант №3 (внесення в ґрунт Мікохелп 2,0 л/га + фоліарно Регоплант – 50 мл/га), відносне підвищення вмісту гумусу становило 10,73 % на фоні без деструктора. На фоні Екостерн 1,2 л/га даний варіант також був найкращим підвищення складало 4,91 % порівняно з контрольним варіантом для даного фактору або на 14,63 % порівняно до контролю без деструктора.

Отже, застосування біопрепаратів сприяє відновленню родючості ґрунтів, що відображається у зростанні вмісту гумусу в ґрунті.

УДК 631.4

ВПЛИВ ВОЄННИХ ДІЙ НА ПРОЦЕС ҐРУНТОУТВОРЕННЯ І ДЕЯКІ СПОСОБИ ВІДНОВЛЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ

Ю. Л. Цапко

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна

tsapkoul@i.ua

INFLUENCE OF MILITARY ACTIONS ON THE PROCESS OF SOIL FORMATION AND SOME WAYS OF RESTORATION OF SOIL FERTILITY

Yu. Tsapko

Characteristic features of the impact of hostilities on soil formation processes are given. It is emphasized that on soils which subjected to destructive influence it is necessary to apply measures to activate the process of soil formation, especially biological factor, improve the buffering capacity, and develop the processes of self-reproduction of fertility. For the comprehensive restoration of the fertility of war-ravaged soils, it is proposed to grow energy crops, in particular energy willow and giant miscanthus, which have amelioration capabilities.

Кожна війна чинить руйнування літосфери, гідросфери, атмосфери та біосфери, що прискорює наближення кліматичної катастрофи на Земній кулі. Не є винятком і жахлива війна, розв'язана росією на території України в цьому році, яка не припиняється вже протягом понад семи місяців. Втім жодна війна неспроможна зупинити природні процеси і, зокрема, процеси ґрунтоутворення, які обумовлені відповідними чинниками (факторами) та умовами, а також відновлення та підтримання на відповідному рівні родючості ґрунтів.

Характерні особливості впливу бойових дій на клімат, як фактор ґрунтоутворення, визначаються надзвичайним забрудненням атмосфери внаслідок різних пожеж: на нафтобазах та газорозподільчих об'єктах і газопроводах, в результаті згорання військової техніки — танків, броньованої і неброньованої автомобільної техніки, автоцистерн з паливом та мастильними матеріалами, на осушених торфовищах, за вигорання покладів торфу та органічних шарів торфових ґрунтів, вигорання лісів та насаджень сільськогосподарських культур що супроводжується задимленням значних територій.

Масштабні пожежі призвели до великих втрат цінних природних ресурсів, виділення в атмосферу різноманітних газів, включаючи газоподібний двоокис вуглецю, що сприяє створенню парникового ефекту та кислотних опадів. За даними міністерства захисту навколишнього середовища за весь 2021 р. до атмосфери потрапило лише 2,2 млн тонн шкідливих викидів, а на початок вересня 2022 р. внаслідок воєнних дій — біля 46 млн тонн. Все це чинить негативний вплив на кліматичні показники — температуру довкілля та якість води, а також на тепловий режим та газову фазу ґрунту.

Війна суттєво ускладнила виконання Європейського зеленого курсу, концепція якого запропонована Єврокомісією у 2020 р., що має на меті зробити Європу кліматично нейтральною до 2050 року і зменшити наслідки глобального потепління, з отриманням чистого повітря та води, здорових ґрунтів та біорізноманіття.

Військові дії на сільськогосподарських угіддях пошкоджують навіть материнські породи, тобто фактори ґрунтоутворення, що формують матеріальну основу ґрунту утворюючи своєрідний каркас з різних мінералів — активних учасників ґрунтогенезу. Поверхня мінералів є мінеральною матрицею утвореного ґрунту, яка зумовлює більшість його властивостей та екологічних функцій (вологоємність, вміст і склад обмінних катіонів, взаємодія з водою, структурованість, загалом родючість). Взаємодія мінералів з гумусом утворює органо-мінеральну матрицю, яка є першоосновою суто ґрунтогенної органо-мінеральної органічної матриці та поверхневим шаром глинистих і первинних мінералів (кварц, польові шпати, слюди, гідрослюди, каолінит), з яких складається переважна маса ґрунту. Пошкодження цілісності ґрунтового покриву (подекуди майже суцільне) через побудову фортифікаційних споруд (окопів, бліндажів, насипів та штучних підвищень), глибоких вирв від бомбардувань, артилерійських та мінометних обстрілів руйнує материнські та навіть підстильні породи шляхом перевертання на поверхню ґрунтів та перемішуванням генетичних горизонтів. Як наслідок ґрунтоутворний процес суттєво гальмується, а на відновлення природної родючості пошкоджених ґрунтів необхідно десятки та навіть сотні років. Втім без створення умов для активізації біологічного фактору ґрунтоутворення цей процес може затягнутися на більш тривалий час.

Саме життєдіяльність біоти не дозволяє ні на секунду призупинити ґрунтоутворний процес, який забезпечує розвиток та формування ґрунтів та ґрунтового покриву. Розвиток космічної індустрії, який відбувається в останні роки, проникнення у далекі галактики за межами Сонячної системи, відкриття великих та малих планет засвідчив, що на їх поверхні за відсутності біоти немає ґрунту, існують лише літогенні породи.

Ґрунтоутворний процес з необхідністю забезпечує формування та розвиток ґрунтів, за рахунок біологічного розкладання мінералів. Варто зазначити, що за підрахунками біологів біомаса дерев, кущів, трав на Землі сягає величезних значень біля $1,5-3,0 \cdot 10^{13}$ тонн, та все ж таки, вона значно менша ніж сумарна біомаса лишайників, бактерій, водоростей та актиноміцетів. Ґрунти є основою біосфери завдяки притаманній тільки йому властивості — забезпечувати рослини поживними речовинами, водою, повітрям та теплом, простором для зростання коріння, тобто родючістю. Охорона ґрунтів, як безцінного природного ресурсу, завжди спрямована на підтримування та підвищення його родючості на певному якісному рівні. Вищенаведене особливо актуально в період військових дій та повоєнного відновлення агропромислового виробництва, коли необхідна не тільки підтримка родючості ґрунту, але й її відновлення, через вивільнення неорганічних поживних речовин для забезпечення зростаючих рослин поживою, формування захисту та знезараження ґрунтів від токсичних речовин, попередження та нівелювання водної та вітрової ерозії тощо.

Пересування сухопутної військової техніки безпосередньо по сільськогосподарських полях супроводжується забрудненням ґрунтів паливно-мастильними матеріалами (ПММ), а її ураження та пошкодження тільки підсилює просочення рідини ПММ та нафтопродуктів на значні глибини в ґрунтах. Особливо небезпечними для всього живого є забруднення території хімічними сполуками, наприклад, оксидами вуглецю, сірки та азоту, які при реакції з підґрунтовими водами, та парою води в атмосфері утворюють відповідні кислоти підкислюючи навколишнє середовище та руйнуючи родючість ґрунтів.

Вищенаведене свідчить про мілітарну деградацію ґрунтів та ґрунтового покриву. Мілітарна деградація руйнує процеси перебігу біосферних функцій ґрунтів, перш за все, біоекологічної, гідрологічної, газорегуляторної,

біогеохімічної та захисної, наносячи величезної екологічної шкоди ґрунтам, природним водам і повітрю.

З погляду на відродження економіки України необхідність повернення зруйнованих сільськогосподарських угідь у виробництво пришвидшеними темпами є очевидною. Рекультивацію мілітарно деградованих ґрунтів проводять після детального обстеження території на наявність мін та нерозірваних боєзарядів, яке здійснюють візуально та за допомогою БПЛА, що зондують ґрунтовий покрив. Розмінування є найскладнішим і найтривалішим заходом, який на деяких вщент зруйнованих ґрунтах може затягнутися на роки. Зрозуміло, що загортання вирв та глибоких ям бажано здійснювати із збереженням генетичних горизонтів ґрунту, але здебільшого це здійснюють шляхом механічного загортання скребками бульдозерів та грейдерів без урахування внутрішньої будови ґрунту, тобто проводиться груба рекультивація.

Після грубої рекультивації відтворення родючості ґрунту, хоча б у його верхніх шарах, прогнозовано буде відбуватися десятки років, залежно від площі руйнації, та потребуватиме значних фінансових вкладень. Аналізуючи цю складну ситуацію стає зрозумілим, що на грубо рекультивованих ґрунтах терміново необхідно застосовувати заходи з активізації процесу ґрунтоутворення, його біологічного фактору, покращення буферної здатності, розвитку ґрунтових процесів самовідтворення родючості, що забезпечить поступове відновлення цих ґрунтів. Комплексного відновлення таких ґрунтів можна досягнути запровадженням «зеленої енергетики» в сільськогосподарському виробництві, головним принципом якої є реалізація концепції відновлюваної енергетики з отриманням значних обсягів біомаси шляхом вирощування енергетичних культур.

Енергетичні сільськогосподарські культури диференціюють на швидкорослі деревинні — Верба енергетична (*Salix*) та Тополя енергетична (*Populus*) та трав'янисті — Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*), Сіда багаторічна (*Sida paraea*) та Сильфій пронизанолистий (*Silphium perfoliatum* L.) та інші.

Вирощування верби енергетичної та міскантусу гігантського є одним із найбільш вигідних і екологічно безпечних видів швидкого отримання паливної біомаси. Саме ці енергетичні культури невибагливі до родючості ґрунту і здатні

зростати на землях, не придатних для ведення сільського господарства, тому вони є найбільш розповсюдженими енергетичними культурами в Україні, де їх культивують до 25–30 років поспіль на одному місці, у пониженнях рельєфу, заплавах річок, на осушених ґрунтах тощо. Верба енергетична вважається деревинною культурою, хоча внесена до реєстру сільськогосподарських культур країни, оскільки її вирощування наближене до сільськогосподарського виробництва. Верба енергетична є вигідним джерелом енергетичної сировини тому, що її надземна частина (як і подібної до неї тополі енергетичної) здатна легко відновлювати надземну фітомасу після зрізання. Систематичне зрізання біомаси верби за плантаційного вирощування сприяє розвитку її кореневої системи за мичкуватим типом та розгалуженню основної частини коренів (75–95 %) у верхній частині ґрунту, в шарі 0–40 см. Насадження верби енергетичної зростають у 14 разів швидше ніж лісові, за цим показником вони близькі до бамбуку. Висадку верби здійснюють з кінця лютого до середини квітня саджанцями заввишки 23–25 см вертикально, при цьому 2–3 см залишається поверх ґрунту. Відстань між саджанцями становить 35–45 см, а міжряддя 75–100 см, на одному га висаджують від 20 до 30 тис. штук. Збирають врожай верби з кінця осені до кінця зими. За щорічного збирання рослини (заввишки 2–3 м) отримують від 30 до 40 тонн вологої деревини (вологість біля 40–45 %) або 12–15 тонн сухої з вологістю біля 15 %. За збирання один раз у три роки, рослини заввишки 5–7 м, вихід вологої деревини становить 90–120 тонн або сухої 45–60 тонн. Зібрану біомасу спалюють у твердопаливних котлах отримуючи теплову та електричну енергію, при цьому в атмосферу з викидами потрапляє тільки частка CO₂, який був поглинутий рослинами в період зростання, решта за допомогою коріння секвестрована в ґрунті та листовому опаді що становить близько 4–5 тонн на один гектар з яким повертається до ґрунту 60–80 % поживних речовин. Відомо, що один гектар насаджень верби енергетичної поглинає з повітря біля 200 тонн вуглекислого газу за рік, це майже стільки, скільки CO₂ викидають до атмосфери протягом року сто автомобілів.

Тому-то насадження верби потребують у 3–5 разів менше елементів живлення порівняно з традиційними сільськогосподарськими культурами. Також під вербою створюються умови для накопичення в верхніх шарах ґрунту міцелію грибів, які сприяють секвестрації вуглецю ґрунтом (до 70 т/га), тоді як для орних ґрунтів під зерновими цей показник становив біля 32 т/га.

Верба особливо корисна для рекультивації забруднених земельних ділянок і малопродуктивних ґрунтів через те, що вона збагачує ґрунти мінералами та мікроелементами, поживними речовинами природного походження. Насадження верби енергетичної використовують як буферні зони в місцях накопичення біологічних відходів тваринницьких ферм, також плантації верби використовують як природний абсорбент для очищення ґрунтів від пестицидів.

Міскантус гігантський трав'яниста енергетична культура яку вирощують, перш за все, для отримання біосировини, яку у вигляді тріски та пелет спалюють в твердопаливних котлах з метою отримання теплової та електричної енергії. Це також вуглець секвестральна енергетична культура, тобто вона більш абсорбує CO₂ з атмосферного та ґрунтового повітря ніж повертає до атмосфери при спалюванні. Значна кількість вуглецю, що секвестрована потужною кореневою системою міскантусу поступово перетворюється на гумус, тобто поліпшуються ґрунтові властивості та зростає біорізноманіття. Таким чином рослина проявляє потужну ремедіаційну (лікувальну) здатність, що забезпечує відтворення родючості ґрунту. До того ж, у продуктах згорання тріски та пелетів міскантусу, порівняно з вугіллям, у 20–30 разів скорочується вміст оксиду сірки та у 3–4 рази — золи.

Міскантус, як і верба, також невибагливий до ґрунтових умов, майже не потребує добрив та застосування біоцидів (гербіцидів, пестицидів, фунгіцидів тощо) і стимуляторів росту. Він добре зростає на ґрунтах з активною кислотністю 4,5–7,5 одиниць рН та з кількістю опадів від 500 мм за рік. Найвигідніше врожай збирати наприкінці зими та на початку весни, при цьому біля 25 % листового опаду залишається на поверхні ґрунту і в подальшому, після розкладання, значна частка якого перетворюється на гумус, тим самим забезпечуючи самовідновлення родючості ґрунту. Вже після другого року зростання отримують 12–15 тонн з одного га, а після третього — отримують сталі врожаї 20 і більше тонн біомаси з 15 % вологістю.

Ремедіаційна здатність міскантусу, що встановлена вченими Загребського університету (Хорватія), дозволяє називати рослину найбільш ефективною сільськогосподарською культурою для використання на зруйнованих та замінованих територіях.

Вирощування міскантусу гігантського на грубо рекультивованих ґрунтах сприяє отриманню дешевої енергетичної біосировини, відтворенню родючості ґрунтів, зменшенню розораності ґрунтів, збереженню біорізноманіття, підвищенню рівня екологічної безпеки землеробства та є доступним способом протидії змінам клімату.

Вищенаведене свідчить про те, що культивування верби енергетичної та міскантусу гігантського сприяє активізації біологічного фактору ґрунтоутворення та самовідтворенню родючості ґрунту. Останнє особливо важливим є у повоєнній відбудові та набутті Україною енергетичної незалежності.

Проведені нами дослідження на осушених ґрунтах заплави річки Вільховатка Харківської області засвідчили підвищення ферментативної активності (зокрема, протеази) досліджених ґрунтів під впливом вирощування енергетичних культур — верби енергетичної та міскантусу гігантського. Як свідчать дослідження Мішустіна Є.М. і ін., /1970/ та Холодної А.С. /2021/, ферменти відносяться до біологічної складової навколишнього середовища, вони є каталізаторами білкової природи, які відіграють важливу роль в обміні речовин, регулюючи біологічні процеси. Ферменти синтезуються мікрофлорою та вищими рослинами і надходять у ґрунт з їх виділеннями та тривалий час зберігають активність завдяки фіксації (імобілізації) органічною речовиною мулуватої та пилуватої фракції ґрунту. Отже, завдяки тому, що джерелом ферментів у ґрунті є сукупність всіх його живих організмів, саме активність ферментів відтворює інтенсивність та спрямованість ґрунтових біохімічних процесів і може бути індикатором стану його біоти. Один із основних ферментів ґрунтів, особливо з високим умістом органічної речовини, є протеаза. Протеазна активність (ПА) ґрунту в більшому ступені, ніж інші ферменти, характеризує його загальну мікробіологічну активність, за якою, своєю чергою, діагностується екологічний стан ґрунту. ПА ґрунту є показником швидкості гідролізу органічних сполук білкової природи. Вільні амінокислоти, що з'являються у ґрунті в результаті діяльності протеаз під час розкладу білків, піддаються амоніфікації та наступній нітрифікації та обумовлюють накопичення у ґрунті рухомих форм нітрогену. Разом з цим деяка частина амінокислот бере участь у процесі гумусоутворення, конденсуючись з окисненими формами ряду ароматичних сполук ґрунту.

З результатів наших досліджень витікає, що після трьох років вирощування верби енергетичної сорту «Марцияна» та міскантусу гігантського сорту «Осінній Зорецвіт» (обидва української селекції) влітку протеазна активність лучного алювіального важкосуглинкового ґрунту осушеної ділянки заплави р. Вільховатка становила під вербою 47,3 %, під міскантусом — 45,9 %, тоді як на контролі ПА була на рівні 31,2 %. Осінні виміри протеазної активності засвідчили активність ферменту під вербою 52,8 %, під міскантусом — 51,1 %, а на контрольному варіанті — 34,7 %. Протеазна активність лучно-болотного алювіального важкосуглинкового ґрунту після трьох років вирощування верби енергетичної становила влітку 47,9 %, а при вирощуванні міскантусу — 45,9 %, тоді як на контролі — 29,4 %, а вже восени цей показник мав значення, відповідно, 56,5 % та 52,4 %, а на контролі — 36,2 %.

Отже, висока активність протеази яка спостерігається під впливом енергетичних культур на заплавах ґрунтах, свідчить про активізацію біологічного фактору ґрунтоутворення, що є дуже важливим для відновлення ґрунтової родючості мілітарно деградованих ґрунтів.

Також корисними особливостями верби енергетичної та міскантусу гігантського, окрім їх здатності щорічно продукувати велику фітомасу, є здатність до ремедіації ґрунтів, забруднених важкими металами, що особливо важливо для відновлення родючості зруйнованих війною ґрунтів. Таким чином, фіторекультивація та фіторемедіація зруйнованих війною ґрунтів шляхом вирощування енергетичних культур, верби енергетичної та міскантусу гігантського, сприяє стимуляції процесу ґрунтоутворення, що сприяє відтворенню ґрунтової родючості.

УДК 631.4

ФІТОМЕЛІОРАЦІЯ ТА ПОВТОРНЕ ЗВОЛОЖЕННЯ НА ПОШКОДЖЕНИХ ВІЙНОЮ ОСУШЕНИХ ЗАПЛАВНИХ ҐРУНТАХ

Ю. Л. Цапко, Н. Ю. Паламарь, В. М. Калініченко

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», м. Харків, Україна

tsapkoul@i.ua

PHYTOMELIORATION AND RE-MOISTURIZATION ON WAR-DAMAGED DRAINED FLOODLANDS

Yu. Tsapko, N. Palamar, V. Kalinichenko

Rewetting peatlands reduces greenhouse gas emissions into the atmosphere, and the resulting biomass replaces the fossil raw material, peat. The cultivation of energy crops improves the nutrient regime of floodplain soils, which is important for the post-war restoration of agro-industrial production.

Напад російської федерації на територію України 24 лютого 2022 року призвів до пошкодження ґрунтового покриву на значних площах земель. Внаслідок запеклих бойових дій частина заплавлених ґрунтів, площа яких в Україні становить біля 5,3 млн га, зазнала неймовірних руйнувань на території Житомирської, Київської, Чернігівської, Сумської, Харківської, Луганської, Донецької, Запорізької, Херсонської та Миколаївської областей, що за сім місяців воєнної агресії становить майже 1,8-2,3 млн га. Війна перетворила родючі заплавлені ґрунти на фізично і хімічно деградовані ґрунти через побудову оборонних споруд, утворення вирв та урвищ від вибухів, проходження та підриви військової техніки, потрапляння до ґрунтів хімічних речовин, розпад яких потребує сотні років. Заболочування територій заправ у минулі сторіччя призвело до утворення величезних масивів торфових земель, значна частина яких у державі з 1966 р. до 1990-х років підлягла осушувальній меліорації зі створенням біля 3-х млн га осушених земель. У теперішній час — час воєнних дій, з'ясувалося, що саме органогенні осушені ґрунти схильні до пірогенної деградації внаслідок торфових пожеж, що небезпечно в плані втрати біоенергетичного ресурсу, а також надходження продуктів згоряння до атмосфери і сприяння кліматичним змінам на земній кулі.

Застосування палудоведення — повторного зволоження торфовищ та торфових ґрунтів, дозволяє суттєво знизити викиди парникових газів, запобігаючи окисненню торфу, та знизити ризик виникнення пожеж на торфах. На наш погляд, палудоведення, за сутністю, чітко вписується у систему заходів з раціонального управління ґрунтовими режимами на осушуваних землях, за рахунок стійкого надання екосистемних послуг. Палудоведення — це відносно новий напрям стійкого управління торфовищами та торфовими ґрунтами шляхом їх ренатуралізації через підняття підґрунтових вод та використання первинної органічної маси, яка не є необхідною для формування торфу, що дозволяє зупинити окиснення наявного торфу та отримувати стійкі врожаї біомаси.

Повторне зволоження торфовищ має найвищий пріоритет для вирішення проблеми деградації торфовищ і запобігання втратам біорізноманіття, а також для зниження викидів CO_2 і N_2O через окиснення торфовищ і пожеж на торфовищах. У палудоведенні використовується будь-яка біомаса з вологих і повторно зволених торфовищ, від спонтанної рослинності на природних ділянках до штучно створених культур на таких ділянках. Тобто, палудоведення відіграє подвійну роль у пом'якшенні наслідків зміни клімату: з одного боку, відбувається зменшення викидів парникових газів через повторне зволоження осушених торфовищ та торфових ґрунтів, а з іншого, отримана біомаса замінює викопну сировину та викопний торф.

Одним з напрямів використання деградованих внаслідок воєнних дій гідроморфних ґрунтів є вирощування енергетичних культур. В останні роки через глобальну енергетичну кризу питання «зеленої енергетики» як у державі, так і в цілому, в світі набуло надзвичайної актуальності: в Швеції за рахунок біопалива отоплюється 63 % будівель, в Австрії – 37 %, Данії – 35 %, Фінляндії – 32 %. Варто відмітити, що гідроморфні (заплавні) ґрунти характеризуються сезонним мінливим гідротермічним режимом, порушення якого, через антропогенне втручання, зумовлює зміну деяких властивостей цих ґрунтів. Осушення заболочених і болотних ґрунтів, де типоморфним елементом є залізо, сприяє перерозподілу його рухомих форм, що призводить до відповідної зміни продуктивних і екологічних функцій ґрунтів. Зміна окисно-відновних процесів (ОВП) та гідротермічного режиму зумовлює динаміку співвідношення вмісту

закисних і окисних форм заліза. З поліпшенням гідротермічних умов, а відповідно, і біогенності ґрунту, збільшується вміст рухомих форм заліза із зниженням співвідношення Fe^{+2}/Fe^{+3} . Осушення заплавлених ґрунтів призводить до домінуючої ролі в осушених ґрунтах процесів окиснення, а зміна глибини залягання ґрунтових вод та спрямованість ОВП у бік окиснення суттєво впливають на перерозподіл рухомих форм заліза з вираженим збільшенням вмісту Fe^{3+} . Дослідження ОВП осушуваних ґрунтів відносно сполук заліза за умов вирощування енергетичних культур, а саме верби енергетичної та міскантусу гігантського, проводили на лучному алювіальному важкосуглинковому ґрунті на алювіальних відкладах осушеної заплави р. Вільховатка в Харківській області.

В результаті вивчення впливу вирощування енергетичних культур (верби енергетичної та міскантусу гігантського) на перегрупування пулу заліза встановлено, що сумарний вміст вільних (несилікатних) форм залізістих сполук є вищим за вирощування міскантусу гігантського, і становить 135 мг/кг ґрунту, тоді як під вербою енергетичною значення цього показника дорівнює 102 мг/кг. Аналогічна закономірність спостерігається і в перерозподілі реакційно активних закисних форм заліза. Так, за вирощування міскантусу гігантського, вміст у ґрунті цих сполук був на 17 % більшим, ніж за вирощування верби енергетичної. Це можна пояснити тим, що ця культура здатна використовувати з ґрунту значну кількість вологи, що своєю чергою поліпшує водно-повітряний режим ґрунту, не допускаючи розвитку відновних процесів. Можна стверджувати, що процес накопичення несилікатних форм заліза відноситься до негативних (деградаційних) явищ у розвитку сучасного ґрунтоутворення на осушуваних землях. Вирощування енергетичних культур (верби енергетичної та міскантусу гігантського) дозволяє суттєво поліпшити перебіг окисно-відновних процесів у ґрунті за рахунок своїх біологічних властивостей, що в цілому дозволяє покращити поживний режим ґрунтів. Наведені результати досліджень мають особливе значення у повоєнній відбудові агропромислового виробництва в плані отримання дешевої енергетичної сировини та відновлення родючості осушених ґрунтів.