

Національна академія аграрних наук України  
Національний науковий центр  
«Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова»

**Кузьменко Євгенія Іллівна**

УДК 634.8:631.8:549.2

**ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ ТА ЇХ ВПЛИВ  
НА РІСТ І РОЗВИТОК ВИНОГРАДНОЇ РОСЛИНИ**

06.01.08 – виноградарство

**АВТОРЕФЕРАТ**  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата сільськогосподарських наук

Одеса – 2011

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Національному науковому центрі «Інститут виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова» НААН України (м. Одеса)

**Науковий керівник:** доктор сільськогосподарських наук, професор,  
**Шерер Володимир Олександрович,**  
Національний науковий центр «Інститут  
виноградарства і виноробства ім. В.Є. Таїрова»  
НААН України, головний науковий співробітник

**Офіційні опоненти:** доктор сільськогосподарських наук, професор,  
**Хреновськов Едуард Іванович,**  
Одеський державний аграрний університет  
Міністерство аграрної політики та продовольства України,  
завідувач кафедри садівництва і виноградарства

кандидат сільськогосподарських наук, доцент,  
**Куліджанов Елгуджа Вахтангович,**  
Одеський обласний державний проектно–технологічний  
центр охорони родючості ґрунтів та якості продукції  
Міністерство аграрної політики та продовольства України,  
директор

Захист відбудеться «\_\_\_» грудня 2011 року о \_\_\_\_ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д.41.374.01 в Національному науковому центрі «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» НААН України за адресою: 65496, м. Одеса, смт. Таїрове, вул. 40–річчя Перемоги, 27

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці ННЦ «Інститут виноградарства і виноробства ім. В. Є. Таїрова» НААН України

Автореферат розісланий «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2011 року

Вчений секретар спеціалізованої вченої ради,  
кандидат сільськогосподарських наук

Н.М. Зеленянська

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** Виноградарство для півдня України є важливою галуззю агропромислового комплексу. Історично склалося, що виноградарство, займаючи незначну питому вагу за площею сільськогосподарських угідь (від 0,9 % у Миколаївській і Херсонській областях до 4,4 % в АР Крим), істотно впливає на рівень соціально-економічного розвитку південних регіонів та наповнення державного і місцевого бюджетів. В останні роки зафіксовано зменшення середньорічної врожайності винограду, яка в 2–3 рази нижче, ніж здатен забезпечити природній рівень родючості ґрунту та потенційні можливості рослини. Не останню роль в цьому відіграє напружена екологічна ситуація, яка склалася в країні протягом останніх десятиріч.

Серед великої різноманітності забруднювачів, саме важкі метали (ВМ) за даними ФАО, ВООЗ, UNEP на даний час займають одне з чільних місць за ступенем небезпеки. Ці поллютанти є найнебезпечнішими за темпами і обсягами надходження у навколишнє середовище. Основним джерелом забруднення виноградних насаджень ВМ, крім підприємств важкої чи хімічної промисловості, є викиди автотранспорту, якщо угіддя розташовані поблизу автошляхів. Потрапляючи до біогеохімічного кругообігу, ВМ здатні викликати пригнічення росту і розвитку рослин, зниження врожаю та погіршення його якості.

У зв'язку з цим актуальними є дослідження з вмісту ВМ у ґрунті та виноградних насадженнях, розташованих поблизу автошляхів, впливу цих поллютантів на ріст і розвиток виноградних рослин в умовах Північного Причорномор'я, розробка заходів із зниження фітотоксичності ВМ.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Тема дисертаційної роботи є складовою частиною науково-технічних програм УААН «Виноградарство 2001–2005» з завдання 02.05 «Розробка та удосконалення технологічних засобів вирощування саджанців винограду вихідних клонів у контрольованих умовах» (номер державної реєстрації 0104U005518) і «Виноградарство 2006–2010» з завдання 38.02.02.029 «Дослідження факторів підвищення біологічного потенціалу виноградної рослини з метою одержання садивного матеріалу високої якості» (номер державної реєстрації 0107U005071); тематичних планів НДР ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова».

**Мета і завдання досліджень.** Мета роботи – встановити вміст важких металів (Pb, Cu, Zn, Fe) у ґрунті та органах виноградної рослини, виявити вплив важких металів на ріст і розвиток рослин винограду та дослідити можливість зниження фітотоксичності ВМ шляхом використання цеоліту і торфу.

Для досягнення поставленої мети було передбачено вирішення наступних завдань: оцінити

ступінь забруднення ґрунту ВМ під промисловими виноградними насадженнями, які розташовані поблизу автошляхів; визначити вміст ВМ в органах виноградної рослини в умовах антропогенного забруднення; виявити вплив ВМ у дозі п'яти гранично допустимих концентрацій (ГДК) на транслокацію Pb, Cu, Zn, Fe до рослин винограду; вивчити вплив ВМ на агробіологічні та фізіолого-біохімічні показники виноградної рослини; дослідити можливість зниження фітотоксичності ВМ за рахунок внесення цеоліту і торфу та визначити їх оптимальне співвідношення до ґрунту; визначити економічну ефективність застосування цеоліту і торфу для зниження негативного впливу ВМ на вихід саджанців винограду.

*Об'єкт досліджень.* Ґрунт виноградників та виноградні рослини.

*Предмет досліджень.* Вміст важких металів у ґрунті та виноградній рослині, агробіологічні і фізіолого-біохімічні показники виноградної рослини під впливом важких металів.

*Методи досліджень.* У процесі виконання дисертаційної роботи були використані наступні методи: агробіологічні – для визначення довжини та діаметру пагонів, ступеню визрівання пагонів, площі листової поверхні, врожайності; фізіологічні – для визначення інтенсивності дихання, обводнення тканин, вмісту легкоутримуваної води; біохімічні – для визначення вмісту пігментів; фізико-хімічні – для визначення цукристості і кислотності соку ягід, вмісту ВМ у ґрунті та рослинах; дисперсійний і кореляційний аналізи – при статистичній обробці результатів дослідів; розрахунково-порівняльні – при визначенні економічної ефективності використання цеоліту і торфу для зниження фітотоксичності ВМ.

**Наукова новизна одержаних результатів.** Вперше в умовах Північного Причорномор'я встановлено вміст ВМ у чорноземі південному малогумусному важкосуглинковому на виноградних насадженнях, розташованих поблизу автошляхів. На основі цих досліджень виділено чотири зони надходження ВМ з викидів автотранспорту у ґрунт виноградників, без урахування захисної смуги (15 м): I зона (0–25 м з першого ряду винограднику) – інтенсивного забруднення, де осідає близько 60,2 % ВМ; II зона (25–50 м) – середнього забруднення – 26,8 % ВМ; III зона (50–75 м) – слабкого забруднення – 11,4 % ВМ; IV зона (75–100 м) – відносно чиста ділянка, де вміст ВМ варіює в межах фонових величин (1,6 %). Встановлено, що антропогенне забруднення ґрунту все зростаючими кількостями Pb, Cu, Zn, Fe змінює накопичення та кінцеве співвідношення ВМ в органах виноградної рослини, що пов'язано з явищами антагонізму і синергізму іонів при їх надходженні до рослин.

Виявлено вплив високих рівнів забруднення ґрунту Pb, Cu, Zn, Fe у дозі 5 ГДК на транслокацію цих металів до виноградної рослини та на її агробіологічні і фізіолого-біохімічні показники.

Вперше експериментально досліджено, обґрунтовано та встановлено можливість використання цеоліту і торфу для зниження негативного впливу ВМ при вирощуванні

саджанців винограду в умовах Північного Причорномор'я.

**Практичне значення одержаних результатів.** Встановлені зони надходження ВМ з викидів автотранспорту рекомендовано для використання при плануванні розміщення нових виноградних насаджень поблизу автошляхів.

Розроблено рекомендації по зниженню фітотоксичності ВМ за рахунок внесення до забрудненого ґрунту цеоліту і торфу у співвідношеннях – 3:1:1 та 1:1:1. Результати досліджень пройшли виробничу перевірку в умовах лабораторно–тепличного комплексу ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» та показали підвищення виходу саджанців відповідно на 34,2 % (при співвідношенні ґрунт+цеоліт+торф 3:1:1) і 39,5 % (при співвідношенні 1:1:1) порівняно з варіантом без внесення цеоліту і торфу. Було розраховано, що економічно більш вигідним є використання саме першого співвідношення цеоліту і торфу.

**Особистий внесок здобувача.** Дисертаційна робота виконана здобувачем особисто. Автором узагальнено наукові дані вітчизняної та іноземної літератури за темою дисертації, сплановано й проведено експериментальні дослідження, лабораторні та польові спостереження, проаналізовано і узагальнено результати експериментів, на їх основі зроблено висновки та розроблено основні рекомендації з врахуванням порад фахівців і наукового керівника.

**Апробація результатів дисертації.** Основні положення і результати дисертаційної роботи були представлені на засіданнях вченої ради ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова» (2004–2011 рр.), III Міжнародній конференції молодих вчених «Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва» (м. Харків, 2006), Науково–практичній конференції «Новые технологии производства и переработки винограда для интенсификации отечественной виноградно–винодельческой отрасли» (м. Новочеркаськ, 2006), Міжнародній конференції молодих вчених і спеціалістів «Иновационные технологии в развитии столового виноградарства» (м. Одеса, 2011), VII Міжнародній науково–практичній конференції молодих вчених, аспірантів і студентів «Перспективна техніка і технології – 2011» (м. Миколаїв, 2011), I конференції молодих вчених «Біологія рослин та біотехнологія» (м. Біла Церква, 2011), IV Міжнародній науково–практичній конференції «Восстановление нарушенных природных экосистем» (м. Донецьк, 2011).

**Публікації.** За матеріалами дисертації опубліковано 13 наукових статей, з них 7 – у наукових фахових виданнях і 6 – у матеріалах наукових конференцій.

**Структура та обсяг дисертації.** Дисертаційна робота викладена на 177 сторінках і складається з вступу, шести розділів, висновків, рекомендацій сільськогосподарському виробництву, списку використаних джерел, додатків, містить 26 таблиць, 14 рисунків. Додатки в кількості 9 на 39 сторінках містять таблиці допоміжних цифрових даних (окремо по роках досліджень). Список літератури становить 225 джерел, із них 29 – іноземних авторів.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

**Огляд літератури.** Проведено аналіз літературних джерел з питань визначення впливу ВМ на розвиток сільськогосподарських культур і, зокрема, виноградної рослини, використання різних матеріалів неорганічної і органічної природи, які здатні зв'язувати ВМ та запобігати їх надходженню до рослин. Зроблено висновок про відсутність досліджень впливу ВМ на агробіологічні та фізіолого–біохімічні показники виноградної рослини в умовах Північного Причорномор'я та про використання цеоліту і торфу для зниження токсичності ВМ на розвиток рослин винограду. Обґрунтовано необхідність проведення такої роботи.

**Умови, об'єкти і методика проведення досліджень.** Експериментальна частина роботи виконувалась у лабораторії фізіології відділу розмноження та розсадництва винограду, в лабораторно–тепличному комплексі ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова», а також на виробничих площах ДП «ДГ «Таїровське» шляхом закладки лабораторних, вегетаційних та польових дослідів у 2004–2006 рр. та проведення виробничої перевірки отриманих результатів у 2007–2008 рр.

У **досліді 1** визначали вміст ВМ (Pb, Cu, Zn, Fe) у ґрунті та рослинах винограду, розташованих поблизу автошляхів. Дослідження проводили на виноградній плантації ДП «ДГ «Таїровське». Сорт винограду – Сухолиманський білий, рік висадки – 1983, схема садіння кущів 3,5×1,5 м, формування – двосторонній горизонтальний кордон з висотою штампів 80–90 см. Ґрунт – чорнозем південний малогумусний важкосуглинковий на карбонатному лесі. Дослідна ділянка (100×100 м) розташована на відстані 15 м від полотна двох доріг: Одеса – Іллічівськ та Чорноморка – Іллічівськ. Ділянка була поділена на зони розміром 25×25 м, з яких було обрано чотири зони, рівновіддалені від обох доріг і розташовані по діагоналі ділянки. Для зручності дослідні зони умовно позначили: I зона (0–25 м), II зона (25–50 м), III зона (50–75 м), IV зона (75–100 м). Початок відліку зон проводили з першого ряду винограднику. Контролем слугували ґрунт та рослини з контрольної ділянки, яка знаходилась на значній відстані від автошляхів (≈ 500 м).

Схема досліді 1:

1. I зона (0–25 м);
2. II зона (25–50 м);
3. III зона (50–75 м);
4. IV зона (75–100);
5. Контроль (на відстані більше 500 м).

Для кожного варіанту відбирали по п'ять облікових кущів без помітних механічних ушкоджень та уражень шкідниками і хворобами у трьох повторностях, тобто п'ятнадцять облікових кущів на варіант. Кущі відбирались рівні за силою росту і елементами

плодоношення. Для цього були проведені агробіологічні обліки, якими було передбачено однакове навантаження вічками, пагонами і суцвіттями для кожного куща. Кожен з облікових кущів мав по одному захисному кущу з обох сторін, а облікові ряди були відокремлені з обох сторін двома захисними рядами. Рослинні зразки (однорічні пагони, листки, суцвіття, грона) відбирали з облікових кущів, а ґрунтові (шар ґрунту 0–20; 20–40, 40–60 см) – в межах зазначених кущів, з червня по вересень – один раз на місяць.

У досліді 2 вивчали вплив ВМ (в умовах штучного забруднення ґрунту) на стан виноградної рослини, а саме: визначали закономірності транслокації ВМ – Pb, Cu, Zn, Fe до виноградної рослини та їх вплив на агробіологічні і фізіолого–біохімічні показники рослин.

Ділянку під дослід обирали з врахуванням наступних факторів: однорідністю відносно рельєфу – вирівняний; стану рослин – куші здорові та без сортових домішок; на відстані від автошляхів більше 500 м. Сорт винограду – Сухолиманський білий, рік висадки – 1983, схема садіння кущів 3,5×1,5 м, формування – двосторонній горизонтальний кордон з висотою штаблів 80–90 см.

На початку фази цвітіння винограду облікові куші одноразово заливали розчином азотнокислих солей Pb, Cu, Zn, Fe та їх суміші із розрахунку п'ятиразового перевищення ГДК для валових форм. Внесення розчину ВМ у ґрунт відбувалось з чотирьох сторін куща на глибину 30 см. Кількість розчину на 1 кущ – 10 л. На контролі застосовували воду без додавання ВМ.

Схема досліді 2:

1. Контроль (без ВМ);
2. Pb 5 ГДК;
3. Cu 5 ГДК;
4. Zn 5 ГДК;
5. Fe 5 ГДК;
6. Суміш ВМ (Pb+Cu+Zn+Fe) 5 ГДК.

Розміщення варіантів – рендомізоване, повторностей – систематичне. Для кожного варіанту відбирали по п'ять облікових кущів у трьох повторностях, тобто п'ятнадцять облікових рослин на варіант. В якості облікових кущів відбирались рослини, приблизно однакові за силою росту та елементами плодоношення. Навантаження на відібраних кущах корегували вічками, пагонами та суцвіттями. Зокрема, на кущах залишали по 36 пагонів, із співвідношенням плодкових пагонів (27 шт.) до безплідних (9 шт.) 3:1. На кожному плодovому пагоні залишали по одному грону. Облікові рослини мали по два захисних кущі з обох сторін. Між рядами з обліковими кущами залишали по два захисних ряди. Відбір рослинного матеріалу (однорічні пагони, листки, грона) здійснювався одноразово.

У **досліді 3** для зниження фітотоксичності ВМ (Pb, Cu, Zn, Fe) використовували цеоліт і торф у різних співвідношеннях до забрудненого ґрунту. Дослідження проводили в умовах лабораторно–тепличного комплексу на укорінених двовічкових чубуках підщепного сорту Р×Р 101–14. Чубуки були висаджені у вегетаційні посудини об'ємом 1000 см<sup>3</sup>.

Схема досліду 3:

1. Контроль – ґрунт (без ВМ, цеоліту і торфу);
2. ВМ 5 ГДК ґрунт;
3. ВМ 5 ГДК ґрунт+цеоліт (3:1);
4. ВМ 5 ГДК ґрунт+цеоліт (1:1);
5. ВМ 5 ГДК ґрунт+торф (3:1);
6. ВМ 5 ГДК ґрунт+торф (1:1);
7. ВМ 5 ГДК ґрунт+цеоліт+торф (3:1:1);
8. ВМ 5 ГДК ґрунт+цеоліт+торф (1:1:1).

Ця схема досліду повторювалась для кожного металу окремо – Pb, Cu, Zn, Fe та їх суміші (Pb+Cu+Zn+Fe) і загалом включала 36 варіантів.

Важкі метали вносили у ґрунт у вигляді розчинів азотнокислих солей Pb, Cu, Zn, Fe та їх суміші з розрахунку п'ятикратного перевищення ГДК. В контрольному варіанті ВМ, а також цеоліт і торф у ґрунт не вносили. Вологість субстратів підтримували на рівні 70 % від НВ. Повторність досліду триразова. Кількість облікових рослин на варіант – п'ятнадцять. Визначення агробіологічних та фізіолого–біохімічних показників виноградної рослини проводили одноразово.

**Виробнича перевірка** кращих варіантів була проведена на території лабораторно–тепличного комплексу ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» на щеплених саджанцях винограду сорту Каберне Совінйон на підщепі Р×Р 101–14 з закритою кореневою системою. Саджанці були висаджені у посудини об'ємом 1000 см<sup>3</sup>.

Схема виробничої перевірки:

1. Контроль – ґрунт (без ВМ, цеоліту і торфу);
2. Суміш ВМ 5 ГДК ґрунт;
3. Суміш ВМ 5 ГДК ґрунт+цеоліт+торф (3:1:1);
4. Суміш ВМ 5 ГДК ґрунт+цеоліт+торф (1:1:1).

Поліелементне забруднення ґрунту створювали шляхом внесення у ґрунт суміші ВМ (Pb+Cu+Zn+Fe) у вигляді розчинів азотнокислих солей з розрахунку п'ятикратного перевищення ГДК. Вологість субстратів підтримували на рівні 70 % від НВ. Кількість облікових рослин на варіант – 250. Повторність досліду п'ятиразова. Проводили облік агробіологічних показників і виходу саджанців.

При виконанні дисертаційної роботи використовувались загальноприйняті у виноградарстві



методи. Проводили визначення агробіологічних показників виноградної рослини: площу листової поверхні ( $\text{см}^2$ ) та об'єм загального приросту пагонів ( $\text{см}^3$ ) – за ампелометричним методом С. О. Мельника і В. І. Щигловської, 1951, довжину пагонів (см) та діаметр пагонів (мм), ступінь визрівання пагонів (%), аналіз структури кореневої системи чубуків – кількість коренів (шт.) та їх загальну довжину (см) на один чубук. Кількість грон на куц (шт.) та середню масу грона (г) – за методикою М. А. Лазаревського, 1963.

Визначення фізіолого–біохімічних показників рослин проводили за наступними методами: вміст пігментів в тканинах листків визначали ацетоновим методом за Т. М. Годневим, 1963 (розрахунок вмісту пігментів проводили на сиру масу за рівняннями Реббелена), інтенсивність дихання листків за методикою Бойсен–Йенсена (С.С. Баславська, О.М. Трубецькова), обводнення і кількість легкоутримуваної води – за методом Л. І. Сергеева, К. О. Сергеевої і В. К. Мельникова, 1961. Вміст цукру ( $\text{г}/100 \text{ см}^3$ ) в соку ягід винограду визначали рефрактометричним методом, а кислотність соку ( $\text{г}/\text{дм}^3$ ) – потенціометричним методом.

Визначення ВМ у ґрунтових і рослинних зразках здійснювали методом атомної абсорбції на спектрофотометрі С–115 М1. Для визначення рухомих форм ВМ у ґрунті використовували ацетатно–амонійний буферний розчин (ААБ) з рН 4,8. Для екстракції ВМ з рослинних зразків використовували розчин 10 %  $\text{HCl}$ . Для оцінки якості виноградної продукції за вмістом ВМ використовували ДСТУ 2366–94.

Розрахунки показників економічної ефективності здійснювали за загальноприйнятою методикою. Весь цифровий матеріал, одержаний в результаті досліджень, обробляли методами варіаційної статистики за Б. О. Доспеховим, 1985 і прикладним пакетом програм Microsoft Excel.

### **ВМІСТ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ҐРУНТІ ТА ВИНОГРАДНІЙ РОСЛИНІ В УМОВАХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАБРУДНЕННЯ**

Аналіз просторового розподілу ВМ у ґрунті дослідної ділянки, розташованої поблизу автошляхів, дозволив визначити основні тенденції їх накопичення. Так, нами була виявлена закономірність поступового зменшення вмісту металів – Pb, Cu, Zn, Fe у ґрунті при переході від I зони до IV (рис. 1). Для об'єктивного аналізу закономірностей розподілу рухомих форм ВМ у ґрунті ми використовували коефіцієнт активного забруднення ( $Z_a$ ) – це відношення кількості рухомої форми елемента в забрудненому ґрунті до його вмісту в контролі. Збільшення коефіцієнта ( $Z_a$ ) характеризує підвищення ступеню рухомості елемента в ґрунті і відповідно збільшення імовірності його надходження до рослин.

Із графіку видно, що для I і II зони коефіцієнт активного забруднення ґрунту найбільший для Pb відповідно 4,91 і 2,41 і значно менший для Cu, Zn, Fe. Для Cu та Fe цей показник є

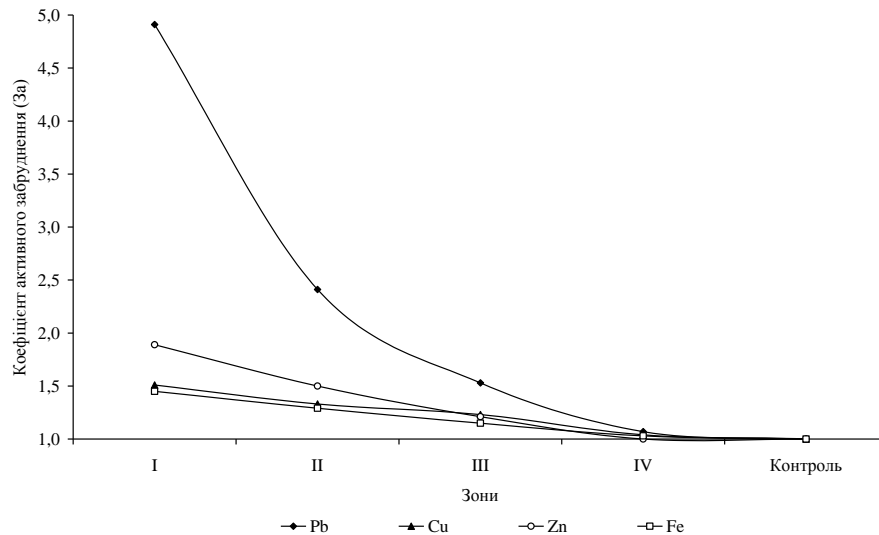


Рис. 1. Коефіцієнт активного забруднення ґрунту ВМ у шарі 0–60 см (середнє за 2004–2006 рр.)

приблизно однаковим відповідно 1,51 і 1,45 для I зони та 1,33 і 1,29 для II зони, а для Zn він дещо більший – 1,89 для I зони і 1,50 для II зони. В III зоні показник активного забруднення ґрунту також найбільший для Pb – 1,53, а для інших металів він коливається від 1,15 до 1,23, проте вже в IV зоні для всіх металів цей показник наближається до одиниці. На нашу думку, таке досить значне підвищення вмісту Pb у ґрунті перших двох дослідних зон та відносно невисоке підвищення вмісту Cu, Zn, Fe може створити передумови для виникнення антагоністичних відносин між металами при їх надходженні до рослин.

Проаналізувавши вміст металів (Pb, Cu, Zn, Fe) у ґрунті дослідних зон (I, II, III, IV), ми дійшли до висновку, що основна їх кількість – 87,0 %, яка надходила з викидів автотранспорту, осідала в I (0–25 м) і II (25–50 м) зонах, до III зони (50–75 м) надійшло лише 11,4 % ВМ. Вміст металів у ґрунті IV зони (75–100 м) суттєво не відрізнявся від контрольного варіанту (1,7 % ВМ) (рис. 2). Тобто, ґрунт на відстані 100 м від джерела забруднення містить фоновий рівень металів.

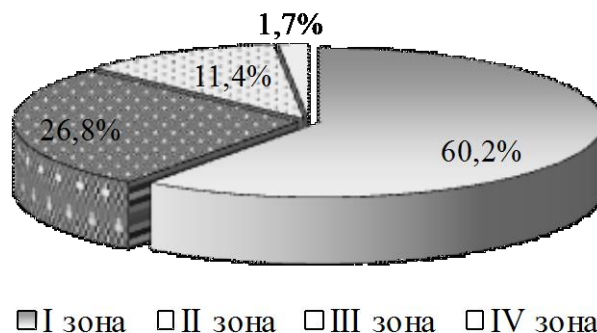


Рис. 2. Надходження ВМ з викидів автотранспорту у шар ґрунту 0–20 см (середнє за 2004–2006 рр.)

При визначенні вмісту Pb, Cu, Zn, Fe у рослинах винограду дослідних зон було виявлено диференціацію у накопиченні металів, яка, на нашу думку, визначалась процесами антагонізму та синергізму іонів при їх надходженні до рослин.

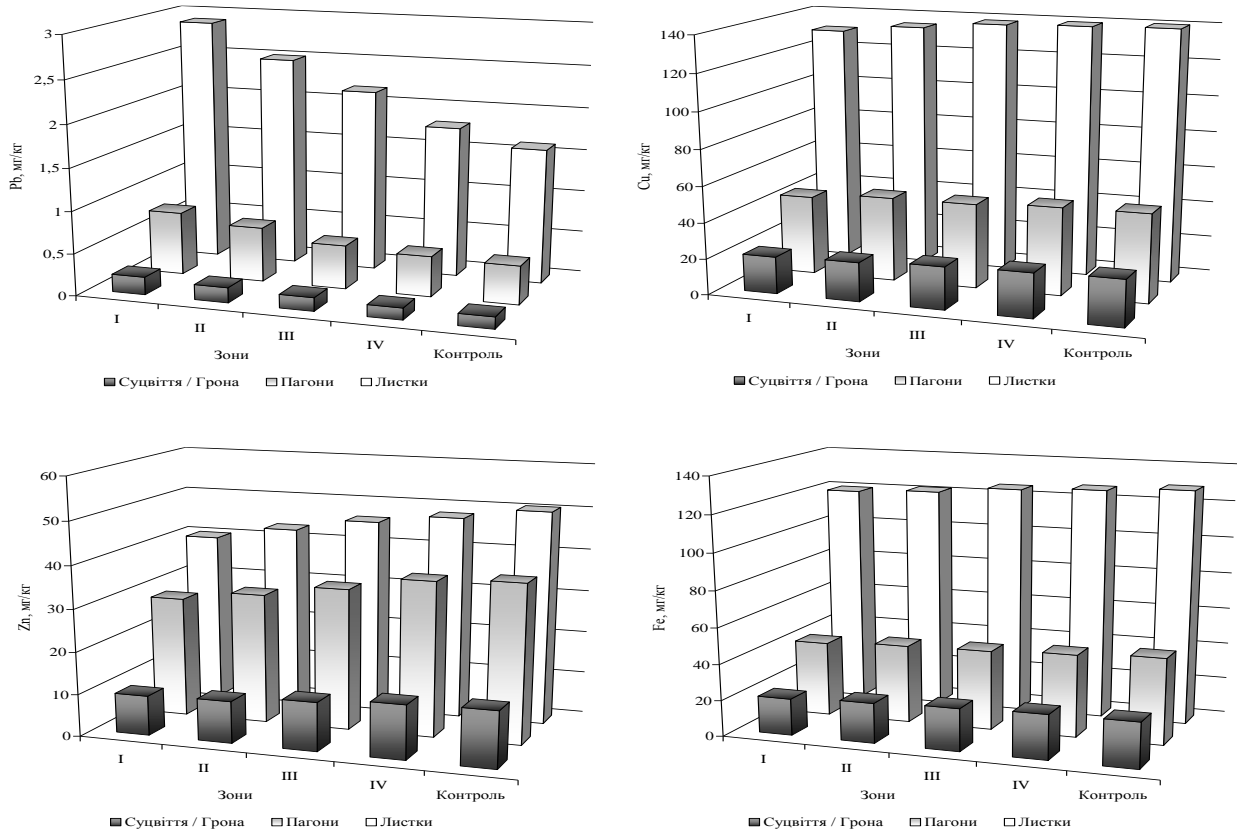


Рис. 3. Розподіл ВМ в органах виноградної рослини, мг/кг сухої речовини (середнє за 2004–2006 рр.)

В результаті проведених досліджень було виявлено, що найбільший вміст свинцю містився в органах рослин I і II зони. З віддаленням від джерела забруднення, в III і IV зоні вміст свинцю поступово зменшувався, досягаючи контрольних показників (рис. 3). Так, перевищення вмісту Pb в органах рослин I та II зон відносно контролю становило: для пагонів – в 1,6 та 1,4 рази, для листків – 1,8 та 1,6 рази, для генеративних органів – 1,5 та 1,3 рази, відповідно. Вміст Pb в органах рослин III зони також дещо перевищував показники контрольного варіанту. В IV зоні вміст Pb у рослинах суттєво не відрізнявся від контролю. Акумуляція Cu, Zn та Fe у рослинах дослідних зон мала протилежний від Pb характер. Так, спостерігалось підвищення вмісту вищевказаних металів при переході від I до IV зони. На нашу думку, така закономірність пов'язана з значним накопиченням свинцю в ґрунті I–III зон та значно меншою акумуляцією інших металів, що призвело до формування антагоністичних відносин між Pb з одного боку та Cu, Zn, і Fe з іншого при їх надходженні до рослин. Вміст Cu, Zn та Fe у рослинах IV зони суттєво не відрізнявся від контролю. Було встановлено, що за ступенем насиченості ВМ органи виноградної рослини розташовувались в наступному порядку: листки > пагони > суцвіття/грона. Вміст ВМ у

вегетативних органах рослин ми порівнювали з класифікацією В.Б. Ільїна (Ільїн, 1991), а в гронах винограду – з показниками ГДК (ДСТУ 2366–94). Було виявлено, що вміст металів у вегетативних органах та врожаї винограду дослідних зон знаходився в межах встановлених норм.

Отримані нами дані по вмісту ВМ (Pb, Cu, Zn, Fe) у ґрунті і органах виноградної рослини були піддані кореляційному аналізу для виявлення форми та тісноти зв'язку. Було встановлено, що між вмістом Pb у ґрунті та в органах виноградної рослини існує прямий зв'язок: для пагонів  $r=0,959$ , для листків  $r=0,927$ , для генеративних органів  $r=0,969$ . Крім того, було встановлено зворотній зв'язок між вмістом Pb у ґрунті та вмістом Cu в органах виноградної рослини: для пагонів  $r= -0,958$ , для листків  $r= -0,978$ , для генеративних органів  $r= -0,903$ . Аналогічний зворотній зв'язок було виявлено також і для Zn та Fe в органах рослин винограду. Виявлена закономірність підтверджує наявність антагоністичних відносин між Pb та Cu, Zn, Fe при їх надходженні до органів виноградної рослини.

### **СТАН ВИНОГРАДНОЇ РОСЛИНИ В УМОВАХ ШТУЧНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

В умовах штучного забруднення ґрунту ВМ у дозі 5 ГДК було встановлено, що в органах виноградної рослини в підвищеній кількості накопичувався саме той метал, який вносили у ґрунт окремо в дозі 5 ГДК. Інші метали, при цьому, накопичувались в меншій кількості, порівняно з контрольним варіантом. При створенні поліелементного забруднення (Pb+Cu+Zn+Fe) метали в органах виноградної рослини накопичувались в підвищеній кількості відносно контролю. Однак, якщо порівнювати вміст металів в органах рослин у варіанті з сумішшю ВМ, відносно кожного варіанту з окремим внесенням металу, виявляється: що вміст свинцю суттєво не змінювався, тобто, наявність інших металів не вплинула на поглинання свинцю; вміст міді і цинку був більше, ніж у варіантах з окремим внесенням металів (імовірно за рахунок синергічних відносин між цими елементами); вміст заліза був, навпаки, меншим, що може свідчити про наявність антагоністичного ефекту за рахунок підвищеної концентрації міді, цинку і свинцю.

При забрудненні ґрунту ВМ на рівні 5 ГДК їх вміст ВМ у вегетативних органах рослин був вище за максимально допустимий, проте, у гронах винограду – не перевищував встановлені ГДК.

Одним з важливих біометричних показників розвитку виноградної рослини є об'єм приросту пагонів, ступінь їх визрівання та площа листової поверхні кущів. Як свідчать одержані дані (табл. 1), біометричні показники рослин під впливом ВМ були нижчими, аналогічних показників у рослин контрольного варіанту.

Вплив ВМ на біометричні показники розвитку виноградної рослини  
(2004–2006 рр.)

Варіант	Довжина пагонів, см	Діаметр пагонів, мм	Об'єм приросту, см <sup>3</sup>	Визрівання пагонів, %	Площа одного листка, см <sup>2</sup>	Площа листкової поверхні, дм <sup>2</sup>
Контроль	164,3	7,14	65,22	73,6	142,69	47,32
Pb 5 ГДК	128,5	6,58	43,41	67,4	117,51	36,58
Cu 5 ГДК	134,1	6,75	47,81	69,5	122,16	39,07
Zn 5 ГДК	141,7	7,03	54,97	71,4	127,40	42,50
Fe 5 ГДК	150,8	6,88	55,94	70,7	131,65	40,02
Суміш ВМ 5 ГДК	124,5	6,51	41,23	66,1	115,21	33,45
НІР <sub>05</sub>	9,40	0,25	4,04	2,25	9,25	3,00

Так, у варіанті Pb 5 ГДК довжина та діаметр однорічних пагонів рослин були меншими, ніж у контролі відповідно на 21,8 % і 7,8 %. Тобто, поряд із зменшенням довжини пагону, зменшувався і його діаметр. Крім того, об'єм приросту пагонів дослідних рослин був на 33,4 % меншим, ніж у контрольному варіанті. Внесення Cu 5 ГДК у ґрунт також негативно вплинуло на розвиток приросту рослин. Було встановлено, що довжина пагонів дослідних рослин зменшувалась на 18,4 %, діаметр – на 5,5 %, а об'єм приросту пагонів – на 26,7 %, відносно контролю. Zn та Fe в дозі 5 ГДК приблизно однаково вплинули на розвиток однорічних пагонів винограду. Було зафіксовано зниження довжини пагону відповідно на 13,8 % і 8,2 %, об'єму приросту пагонів – на 15,7 % та 14,2 % порівняно з контрольним варіантом. Зменшення діаметру пагонів у варіанті з Zn було несуттєвим, а у варіанті з Fe спостерігалось зменшення на 3,6 %, порівняно з контролем. Внесення суміші ВМ у ґрунт також негативно вплинуло на розвиток однорічних пагонів рослини, а саме: призвело до зменшення довжини пагонів на 24,2 %, їх діаметру – на 8,8 %, а об'єму приросту пагонів – на 36,8 %.

Відомо, що визрівання пагонів винограду має велике практичне значення – з ним пов'язана зимостійкість його бруньок, а також якість прищепного та підщепного матеріалу. Проведені дослідження виявили, що в дослідних рослинах визріла частина пагонів була меншою на 8,4 % у варіанті з Pb та на 5,6 % у варіанті з Cu. Зниження визрівання пагонів на 3,0 % і 3,9 %, відповідно, було зафіксовано у варіанті з Zn та Fe. Найбільше зниження визрілої частини пагонів – на 10,2 %, було відмічено у варіанті з сумішшю ВМ.

Дані досліджень свідчать (табл. 1), що під впливом ВМ площа листкової поверхні рослин була порівняно меншою, ніж у контролі, та складала 77,3 % у варіанті з Pb, 82,6 % – у варіанті з Cu. Під впливом Zn площа листкової поверхні дослідних рослин складала 89,8 %, під впливом Fe – 84,6 %, порівняно з контролем. Площа листкової поверхні рослин у варіанті

з сумішшю ВМ також була значно меншою, ніж у контролі, та складала 70,7 %.

Нами була виявлена наявність прямої залежності площі листової поверхні від довжини пагону ( $r=0,919$ ) та від об'єму приросту пагонів ( $r=0,962$ ).

Найбільш інформативним критерієм стану сільськогосподарських угідь є їх продуктивність, яка визначається урожайністю багаторічних насаджень.

Збір врожаю показав (табл. 2), що в дослідних варіантах з внесенням ВМ маса винограду на кущ була меншою, ніж у контролі. Відбувалось це за рахунок зменшення маси грона, оскільки облікові кущі були навантажені однаковою кількістю суцвіть.

Таблиця 2

Вплив ВМ на урожай винограду та його якість (2004–2006 рр.)

Варіант	Маса одного грона, г	Маса врожаю		Якість соку ягід	
		кг/кущ	%	цукристість, г/100см <sup>3</sup>	кислотність, г/дм <sup>3</sup>
Контроль	154,2	4,16	100,0	19,4	8,2
Pb 5 ГДК	130,7	3,53	84,9	18,3	9,1
Cu 5 ГДК	126,8	3,42	82,2	18,7	8,7
Zn 5 ГДК	139,4	3,76	90,4	19,1	8,4
Fe 5 ГДК	145,3	3,92	94,2	18,9	8,8
Суміш ВМ 5 ГДК	123,4	3,33	80,0	18,5	8,9
НІР <sub>05</sub>	9,59	0,26	7,05	0,33	0,32

Внесення металів у суміші призвело до зниження маси врожаю на 20,0 %. Під впливом Pb спостерігалось зменшення маси врожаю на 15,1 %, а під впливом Cu – на 17,8 % відносно контролю. На 9,6 % знизилась маса врожаю у варіанті з Zn, а у варіанті з Fe достовірного зменшення маси врожаю виявлено не було.

Під впливом ВМ змінювались показники якості соку ягід. З отриманих даних видно, що забруднення сумішшю ВМ призвело до зниження вмісту цукру на 4,6 % і підвищення рівня кислотності – на 8,5 %. Аналогічно вплинули на зміну показників Pb, Cu і Fe. Забруднення Zn не виявило суттєвих змін у кондиції соку ягід.

Нами була виявлена кореляційна залежність між площею листової поверхні рослин та наступними показниками: масою врожаю ( $r=0,888$ ), цукристістю ( $r=0,926$ ) і кислотністю ( $r= -0,894$ ).

Відомо, що біоіндикатором забруднення навколишнього середовища ВМ може слугувати зміна концентрації пігментів в листках рослин. Візуально було виявлено, що у дослідних рослин під впливом ВМ спостерігались зміни у забарвленні листків, при порівнянні їх з листками контрольного варіанту. Дослідні рослини мали більш світле (жовто–зелене) забарвлення листків з наявністю хлорозних плям між жилками листового апарату. Однією з причин хлорозу може бути недостатнє надходження заліза до рослин, обумовлене антагоністичними

відносинами між металами.

Результати досліджень показали (табл. 3), що під впливом ВМ відбувалось зниження вмісту пігментів в листках дослідних рослин. Причому, була виявлена закономірність більшого зниження концентрації хлорофілу *b*, ніж хлорофілу *a*, що цілком узгоджується з даними інших авторів.

Таблиця 3

Вплив ВМ на фізіолого–біохімічні показники рослин винограду (2004–2006 рр.)

Варіант	Вміст пігментів, мг/100 г сирової маси			Інтенсивність дихання, мг CO <sub>2</sub> /г сухої маси	Водний режим	
	хлорофіл <i>a</i>	хлорофіл <i>b</i>	каротиноїди		обводнення тканин, %	легкоутримувана вода, %
Контроль	168,4	71,6	58,6	3,18	71,74	22,48
Pb 5 ГДК	139,1	50,8	46,3	2,43	67,11	19,41
Cu 5 ГДК	135,8	48,3	43,7	2,52	69,50	21,31
Zn 5 ГДК	142,7	53,5	48,1	2,64	68,18	20,72
Fe 5 ГДК	163,5	67,2	57,5	2,75	70,26	21,86
Суміш 5 ГДК	134,2	47,1	44,9	2,39	67,81	19,08
НІР <sub>05</sub>	8,16	4,56	5,70	0,20	1,15	1,16

Було встановлено, що забруднення ґрунту Pb призводило до зниження вмісту хлорофілу *a* та *b* відповідно на 17,4 % і 29,1 %, каротиноїдів – на 21,0 % порівняно з контролем. Під впливом Cu вміст пігментів в листках винограду змінювався наступним чином: вміст хлорофілу *a* знижувався на 19,4 %, хлорофілу *b* – на 32,5 %, каротиноїдів – на 25,4 % відносно контролю. При внесенні у ґрунт Zn спостерігалось зниження вмісту хлорофілів *a* і *b* відповідно на 15,3 % і 25,3 %, а каротиноїдів – на 17,9 % відносно контролю. Під впливом Fe суттєвих змін у вмісті пігментів виявлено не було. Внесення суміші ВМ найбільше вплинуло на вміст пігментів. Було зафіксовано зниження вмісту хлорофілів *a* і *b* на 20,3 % і 34,2 %, а каротиноїдів – на 23,4 % у порівнянні з контролем. Зниження вмісту пігментів в листках рослин може відбуватись в результаті пригнічення іонами ВМ активності ферментів. Відомо, що ВМ впливають на транспорт електронів у фотосистемах (I і II), пригнічують синтез хлорофілу, внаслідок зв'язування з сульфгідрильними групами протохлорофілідредуктази та з ферментами, що беруть участь у синтезі амінолевулінової кислоти (Гуральчук, 2001; Воробець 2004).

Проведений кореляційний аналіз виявив зв'язок між фізіолого–біохімічними і біометричними показниками виноградної рослини. Так, вміст пігментів (хлорофіл *a*, хлорофіл *b* і каротиноїди) в листках винограду корелював площею одного листка:  $r=0,919$  – для хлорофілу *a*,  $r=0,928$  – для хлорофілу *b* і  $r=0,887$  – для каротиноїдів. Також була встановлена залежність між вмістом пігментів і масою врожаю:  $r=0,954$  – для суми

хлорофілів,  $r=0,939$  – для каротиноїдів.

Під впливом ВМ змінювалась і інтенсивність дихання листків винограду (табл. 3). Так, під впливом Рb відбувалось зниження цього показнику – на 23,6 %, під впливом Сu – на 20,8 % порівняно з контролем. Дещо менше зниження інтенсивності дихання – на 17,0 % і 13,5 % спостерігалось при внесенні у ґрунт Zn та Fe. Найбільше зниження цього показнику зафіксовано у варіанті з сумішшю ВМ, а саме: на 24,8 % відносно контролю. Зниження інтенсивності дихання листків може негативно вплинути на енергозабезпечення важливих ендотермічних процесів в рослинному організмі.

Було встановлено (табл. 3) суттєве зменшення обводнення тканин листків під впливом ВМ: Рb – на 6,5 %, Zn – на 5,0 %, Сu – на 3,1 %, Fe – на 2,1 % порівняно з контролем. Кількість легкоутриманої води в листках була значно меншою, ніж у контролі, що свідчить про підвищення водоутримуючої здатності рослин в умовах забруднення ВМ.

Проведений нами кореляційний аналіз виявив наявність прямого зв'язку між інтенсивністю дихання та кількістю легкоутриманої води –  $r=0,857$ . Отже, чим менше інтенсивність дихання, тим менше кількість легкоутриманої води, а, отже, більше водоутримуюча здатність листків, що цілком узгоджується з даними Л. І. Сергєєва (1961). Крім того, було встановлено наявність прямого зв'язку між інтенсивністю дихання і наступними біометричними показниками: об'ємом приросту ( $r=0,963$ ), площею листової поверхні ( $r=0,921$ ), масою врожаю ( $r=0,939$ ).

### **ВИКОРИСТАННЯ ЦЕОЛІТУ І ТОРФУ ДЛЯ ЗНИЖЕННЯ ФІТОТОКСИЧНОСТІ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ**

Проведені дослідження виявили, що в умовах штучного забруднення ґрунту ВМ ріст і розвиток надземної та кореневої системи виноградних чубуків знаходився в залежності від матеріалів, використаних для зниження фітотоксичності ВМ.

Рослини, які були вирощені в ґрунті, забрудненому сумішшю ВМ (без додавання цеоліту і торфу), були найбільш пригніченими відносно інших варіантів (табл. 4). Було зафіксовано зниження довжини та діаметру пагонів відповідно на 35,2 % і 16,1 %, об'єму приросту пагонів – на 54,3 %, а площі листової поверхні рослин – на 75,8 %. Додавання до забрудненого ґрунту цеоліту і торфу сприяло підвищенню вищенаведених показників. Найкращий розвиток надземної системи рослин спостерігався у варіантах ґрунт+цеоліт+торф у співвідношенні (3:1:1) та (1:1:1). Було виявлено, що у рослин цих варіантів довжина пагонів була більшою відповідно на 20,8 % і 27,5 %, діаметр – на 9,1 % і 11,8 %, а об'єм приросту пагонів – на 31,2 % і 38,5 % відносно варіанту – Суміш ВМ ґрунт. Площа листової поверхні рослин була на 52,8 % і 55,9 % більше, ніж у варіанті – Суміш ВМ ґрунт. Непогані дані були виявлені у рослин у варіанті ґрунт+цеоліт (1:1), де спостерігалось збільшення



об'єму приросту пагонів на 26,9 %, площі листової поверхні чубуків – на 36,7 %. Найменш ефективним, відносно зниження токсичного впливу суміші ВМ на розвиток надземної системи рослин, виявився варіант ґрунт+торф (3:1).

Таблиця 4

Вплив ВМ на розвиток надземної системи підщепних чубуків винограду  
Р×Р 101–14 при застосуванні цеоліту і торфу (середнє за 2004–2006 рр.)

Варіант	Довжина пагонів, см	Діаметр пагонів, мм	Об'єм приросту, см <sup>3</sup>	Площа одного листка, см <sup>2</sup>	Площа листової поверхні, дм <sup>2</sup>
Контроль (ґрунт без ВМ, цеоліту і торфу)	95,9	4,85	17,83	26,41	5,12
Суміш ВМ ґрунт	62,1	4,07	8,15	12,64	1,24
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (3:1)	74,1	4,29	10,80	18,50	2,01
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (1:1)	83,0	4,45	12,95	22,36	3,12
Суміш ВМ ґрунт+торф (3:1)	71,5	4,20	9,98	16,30	1,75
Суміш ВМ ґрунт+торф (1:1)	80,7	4,36	12,06	20,52	3,00
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (3:1:1)	85,6	4,51	13,71	23,10	3,94
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (1:1:1)	88,5	4,64	15,01	24,07	4,10
НІР <sub>05</sub>	3,84	0,20	1,76	1,92	0,22

Забруднення ґрунту сумішшю ВМ призвело також до зниження загальної кількості коренів (табл. 5) на 25,3 %, товстих коренів (товщина більше 2 мм) – на 34,7 %, а тонких (товщина менше 2 мм) – на 21,2 %. Довжина коренів у цих рослин також була меншою на 49,3 %, товстих – на 54,3 %, тонких – на 46,1 %, ніж у контролі. Внесення цеоліту і торфу (у різних співвідношеннях до ґрунту) зменшувало негативний вплив суміші ВМ.

Таблиця 5

Вплив ВМ на розвиток кореневої системи підщепних чубуків винограду  
Р×Р 101–14 при застосуванні цеоліту і торфу (середнє за 2004–2006 рр.)

Варіант	Кількість коренів, шт.			Довжина коренів, см		
	всіх	товщин ою > 2 мм	товщин ою < 2 мм	всіх	товщин ою > 2 мм	товщин ою < 2 мм
Контроль (ґрунт без ВМ, цеоліту і торфу)	16,2	4,9	11,3	111,3	43,8	67,5
Суміш ВМ ґрунт	12,1	3,2	8,9	56,4	20,0	36,4
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (3:1)	13,9	3,8	10,1	77,5	28,4	49,1
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (1:1)	14,3	4,0	10,3	86,9	32,7	54,2
Суміш ВМ ґрунт+торф (3:1)	13,3	3,7	9,7	70,8	25,0	45,8
Суміш ВМ ґрунт+торф (1:1)	12,8	3,4	9,4	62,7	22,4	40,3
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (3:1:1)	15,0	4,3	10,6	96,8	36,1	60,7
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (1:1:1)	15,5	4,6	10,9	104,7	39,6	65,1
НІР <sub>05</sub>	0,60	0,33	0,38	4,63	2,25	3,54

Найкраще коренева система розвивалась у варіантах ґрунт+цеоліт+торф у співвідношеннях

(3:1:1) та (1:1:1), де рослини мали більшу загальну кількість коренів на 17,9 % і 21,0 % та довжину коренів – на 36,3 % і 43,4 % порівняно з варіантом – Суміш ВМ ґрунт.

В умовах поліелементного забруднення ґрунту сумішшю ВМ спостерігалось суттєве зниження вмісту пігментів (табл. 6). Вміст хлорофілів *a* і *b* в листках дослідних рослин знижувався – на 17,1 % і 32,0 %, каротиноїдів – на 26,7 % порівняно з контролем. Внесення цеоліту і торфу у співвідношеннях (3:1:1) та (1:1:1) сприяло збільшенню хлорофілу *a* на 8,9 % і 11,1 %, хлорофілу *b* – на 14,7 % і 17,5 %, каротиноїдів – на 15,6 % і 17,4 % відносно варіанту без внесення цеоліту і торфу.

Таблиця 6

Вплив ВМ на вміст пігментів в листках підщепних чубуків винограду  
Р×Р 101–14 при застосуванні цеоліту і торфу (середнє за 2004–2006 рр.)

Варіант	Вміст пігментів, мг/100 г сирової маси			
	хлорофіл <i>a</i>	хлорофіл <i>b</i>	хлорофіл <i>a+b</i>	каротиноїди
Контроль (ґрунт без ВМ, цеоліту і торфу)	126,0	84,0	210,0	48,6
Суміш ВМ ґрунт	104,4	57,1	161,5	35,6
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (3:1)	110,2	65,0	175,2	41,4
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (1:1)	113,1	67,5	180,6	42,5
Суміш ВМ ґрунт+торф (3:1)	109,7	63,2	172,8	41,8
Суміш ВМ ґрунт+торф (1:1)	108,5	61,6	170,1	40,3
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (3:1:1)	115,7	69,5	185,3	43,2
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (1:1:1)	118,4	71,8	190,2	44,1
НІР <sub>05</sub>	2,24	2,45	3,65	2,81

Внесення до ґрунту, забрудненого сумішшю ВМ, цеоліту і торфу у співвідношеннях (3:1:1) та (1:1:1) призводило до підвищення інтенсивності дихання листків відповідно на 20,2 % і 21,8 %, а обводнення листків – на 16,1 % і 17,3 % відносно варіанту – Суміш ВМ ґрунт (табл. 7).

Таблиця 7

Вплив ВМ на інтенсивність дихання і водний режим листків підщепних чубуків винограду Р×Р  
101–14 при застосуванні цеоліту і торфу (середнє за 2004–2006 рр.)

Варіант	Інтенсивність дихання, мг CO <sub>2</sub> /г сухої маси	Водний режим	
		обводнення тканин, %	легкоутримувана вода, %
Контроль (ґрунт без ВМ, цеоліту і торфу)	4,86	73,62	28,41
Суміш ВМ ґрунт	2,77	58,46	17,65
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (3:1)	3,39	62,44	20,44
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт (1:1)	3,52	67,53	23,52
Суміш ВМ ґрунт+торф (3:1)	3,26	61,75	20,18
Суміш ВМ ґрунт+торф (1:1)	3,44	65,21	22,73
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (3:1:1)	3,75	70,30	25,27
Суміш ВМ ґрунт+цеоліт+торф (1:1:1)	3,83	71,18	26,45
НІР <sub>05</sub>	0,24	2,07	1,21

Отже, серед усіх варіантів з використанням цеоліту і торфу для зниження фітотоксичності ВМ, найкращі показники спостерігались у рослин при співвідношеннях ґрунт+цеоліт+торф 3:1:1 та 1:1:1.

При проведенні виробничого випробування моделі «Використання цеоліту і торфу для зниження фітотоксичності ВМ» на щеплених саджанцях винограду Каберне Совіньйон було встановлено, що при внесенні до забрудненого ВМ ґрунту цеоліту і торфу у співвідношеннях 3:1:1 та 1:1:1 спостерігалось підвищення агробіологічних показників та виходу саджанців, відносно варіанту без їх внесення.

### **ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ ЦЕОЛІТУ І ТОРФУ В УМОВАХ ПОЛІЕЛЕМЕНТНОГО ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ ВАЖКИМИ МЕТАЛАМИ**

При розрахунку економічної ефективності використання цеоліту і торфу, ми користувалися створеною нами моделлю зниження фітотоксичності ВМ при вирощуванні щеплених саджанців винограду Каберне Совіньйон. Було встановлено, що в умовах забруднення ґрунту ВМ, застосування цеоліту і торфу у співвідношеннях 3:1:1 та 1:1:1 сприяло підвищенню виходу саджанців відповідно на 34,2 % і 39,5 %, порівняно з варіантом без внесення цеоліту і торфу. У даному випадку прибуток становив 213,88 грн. (при співвідношенні 3:1:1) та 181,43 грн. (1:1:1) на варіант (250 шт.), з врахуванням витрат на вартість цеоліту і торфу.

При цьому у варіанті з внесенням до забрудненого ґрунту цеоліту і торфу у співвідношенні 3:1:1 рівень рентабельності становив 27,7 %, а при співвідношенні 1:1:1 – 21,0 %, що свідчить про більш економічно вигідне використання саме першого співвідношення цеоліту і торфу.

### **ВИСНОВКИ**

У дисертаційній роботі досліджено вміст ВМ – Pb, Cu, Zn, Fe у ґрунті виноградників та рослинах винограду, визначено вплив ВМ на агробіологічні та фізіолого-біохімічні показники виноградної рослини; обґрунтовано доцільність використання цеоліту і торфу для зниження фітотоксичності ВМ. На основі результатів досліджень зроблено наступні висновки:

1. У ґрунті виноградників, розташованих поблизу автошляхів, на основі досліджень про вміст ВМ, виділено чотири зони надходження ВМ з викидів автотранспорту: I зона (0–25 м з першого ряду винограднику) – інтенсивного забруднення, де осідає близько 60,2 % ВМ; II зона (25–50 м) – середнього забруднення – 26,8 % ВМ; III зона (50–75 м) – слабкого забруднення – 11,4 % ВМ; IV зона (75–100 м) – відносно чиста ділянка, де вміст ВМ дорівнює 1,7 %, що варіює в межах фонових величин.
2. Встановлено, що вміст рухомих форм ВМ (Pb, Cu, Zn, Fe) у ґрунті дослідних зон (I–IV зона) не перевищує гранично допустимі концентрації (ГДК). Вміст металів в

органах виноградної рослини (однорічні пагони, листки, суцвіття, грона) теж знаходиться в межах допустимих норм.

3. В умовах антропогенного забруднення ґрунту зростаючими кількостями Pb, Cu, Zn, Fe значно змінюються накопичення та кінцеве співвідношення ВМ в органах виноградної рослини, що пов'язано з явищами антагонізму і синергізму іонів при їх надходженні до рослин. Зокрема, при збільшенні концентрації Pb в 4,9 рази у шарі ґрунту 0–60 см, його вміст у вегетативних органах підвищується в 1,7 рази, а в генеративних – в 1,5 рази. При цьому вміст Cu, Zn, Fe знижується в середньому в 1,2 рази – у вегетативних органах і в 1,3 рази – у генеративних.
4. Виявлено, що за ступенем акумуляції ВМ органи виноградної рослини можна розташувати наступним чином: листки > пагони > грона.
5. За експериментально змодельованого забруднення ґрунту Pb, Cu, Zn, Fe та сумішшю ВМ на рівні 5 ГДК їх вміст у вегетативних органах виноградної рослини є вищим за максимально допустимий, а в гронах – знаходиться у межах допустимих норм ГДК.
6. Під впливом ВМ у дозі 5 ГДК (штучне забруднення ґрунту) пригнічується ріст і розвиток виноградної рослини. Зокрема дія поліелементного забруднення проявлялась у зменшенні агробіологічних показників (об'єму приросту пагонів – на 36,8 %, площі листової поверхні – на 29,3 %, визрівання пагонів – на 10,2 %). Зафіксовано зниження маси врожаю винограду на 20,0 % та погіршення його якості (зниження вмісту цукру на 4,6 %, підвищенні рівня кислотності на 8,5 %). Знижуються фізіолого-біохімічні показники рослини (вміст хлорофілів *a* і *b* – на 20,3 % і 34,2 %, каротиноїдів на 23,5 %, інтенсивність дихання – на 24,8 %, зменшується обводнення листків на 5,5 %).
7. Використання цеоліту і торфу сприяло зменшенню негативного впливу ВМ на ріст і розвиток рослин винограду. Зокрема, внесення до забрудненого ВМ ґрунту цеоліту і торфу у співвідношеннях 3:1:1 та 1:1:1 призводило до збільшення надземної системи рослин (об'єм приросту пагонів збільшувався відповідно на 31,2 % і 38,5 %, площа листової поверхні – на 52,8 % і 55,9 %) та кореневої системи (збільшення загальної кількості коренів відповідно на 17,9 % і 21,0 % та їх довжини на 36,3 % і 43,4 %). Підвищувались також фізіолого-біохімічні показники рослин (вміст пігментів, інтенсивність дихання та обводнення листків).
8. В умовах штучного поліелементного забруднення ґрунту ВМ (Pb+Cu+Zn+Fe) у дозі 5 ГДК, вихід саджанців знижувався на 47,8 % порівняно з контролем, що в свою

чергу спричинило зниження рівня рентабельності виробництва саджанців з 79,2 % до -6,5 %.

9. Додавання до забрудненого ВМ ґрунту цеоліту і торфу у співвідношеннях 3:1:1 та 1:1:1 сприяло збільшенню виходу саджанців відповідно на 34,2 % і 39,5 %, порівняно з варіантом без їх внесення. Рівень рентабельності виробництва саджанців збільшувався відповідно з -6,5 % (ВМ 5 ГДК без цеоліту і торфу) до 27,7 % (при співвідношенні 3:1:1) і до 21,0 % (1:1:1).

### **РЕКОМЕНДАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВУ**

1. Для виноградників, які розташовані поблизу автошляхів, рекомендовано проводити моніторинг вмісту рухомих форм ВМ у ґрунті та гронах винограду.
2. При закладанні нових виноградників поблизу автошляхів рекомендовано дотримуватись відстані від 100 м.
3. Для зниження токсичного впливу ВМ на виноградні рослини (в умовах реального поліелементного забруднення ґрунту на рівні 5 ГДК) рекомендовано використання технологічних прийомів, в основі яких є внесення до забрудненого ґрунту цеоліту і торфу у співвідношенні 3:1:1.

### **СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ РОБІТ**

1. Златова Е. И. Влияние тяжелых металлов на содержание основных пигментов в листьях виноградногo растения / Е. И. Златова // Виноградарство і виноробство: міжв. тем. наук. зб. – Одеса: Optimum, 2006. – Вип. 43. – С. 18–24.
2. Златова Є. І. Вплив важких металів на водний режим листків винограду / Є. І. Златова // Аграрний вісник Причорномор'я: зб. наук. праць. Біол. та с.–г. науки. – Одеса: СМІЛ, 2007. – Вип. 41. – С. 162–166.
3. Златова Є. І. Використання субстрату ґрунт+цеоліт для зниження фітотоксичної дії важких металів / Є. І. Златова // Вісник аграрної науки Південного регіону: міжв. тем. наук. зб. С.–г. та біол. науки. – Одеса, 2007. – Вип. 8. – С. 8–11.
4. Кузьменко Є. І. Вплив важких металів на розвиток виноградної рослини / Є. І. Кузьменко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 9. – С. 79–81.
5. Кузьменко Є. І. Вплив детоксикантів на розвиток виноградних чубуків при забрудненні ґрунту важкими металами / Є. І. Кузьменко, А. С. Кузьменко // Виноградарство і виноробство: міжв. тем. наук. зб. – Одеса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2011. – Вип. 48. – С. 121–125.
6. Кузьменко Є. І. Вміст важких металів у ґрунті під виноградними насадженнями / Є. І. Кузьменко // Вісник аграрної науки. – 2011. – № 10. – С. 74–75.
7. Кузьменко Є. І. Вплив викидів автотранспорту на вміст важких металів в органах рослини винограду / Є. І. Кузьменко // Агроєкологічний журнал. – 2011. – № 3. – С. 87–90.

8. Златова Е. И. Количественное изменение пигментного комплекса листьев винограда под влиянием тяжелых металлов / Е. И. Златова // Інноваційні напрямки наукової діяльності молодих вчених в галузі рослинництва: матер. III Міжнар. наук. конф. молодих вчених присвяченої 40 річниці утворення Ради молодих вчених в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва (Харків, 20–22 червня 2006 р.). – Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 2006. – С. 99–100.
9. Златова Е. И. Влияние тяжелых металлов на некоторые физиологические и биометрические показатели развития виноградного растения / Е. И. Златова // Новые технологии производства и переработки винограда для интенсификации отечественной виноградо–винодельческой отрасли: матер. науч.–практ. конф., посвященной 70–летию ВНИИВиВ им. Я. И. Потапенко (Новочеркасск, 8–9 августа 2006 г.). – Новочеркасск: ЮРГТУ, 2006. – С. 270–276.
10. Кузьменко Є. І. Реакція виноградної рослини на забруднення ґрунту важкими металами / Є. І. Кузьменко // Інноваційні технології в розвитку столового виноградарства: матер. Межд. науч.–практ. конф. молодых ученых и специалистов (Одесса, 30 августа 2011 г.). – Одесса: ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова», 2011. – С. 48–52.
11. Кузьменко Є. І. Забруднення важкими металами ґрунту під виноградником / Є. І. Кузьменко // Перспективна техніка і технології – 2011: матер. VII Міжнар. наук.–практ. конф. молодих вчених, аспірантів і студентів (Миколаїв, 14–16 вересня 2011 р.). – Миколаїв, 2011. – С. 79–81.
12. Кузьменко Є. І. Накопичення та розподіл важких металів в органах виноградної рослини / Є. І. Кузьменко // Біологія рослин та біотехнологія: матер. I конф. молодих вчених (Біла Церква, 5–7 жовтня 2011 р.). – Біла Церква, 2011. – С. 46.
13. Кузьменко Є. І. Використання матеріалів з сорбційними властивостями для зниження негативного впливу важких металів / Є. І. Кузьменко, А. С. Кузьменко // Восстановление нарушенных природных экосистем: матер. IV Межд. науч. конф. (Донецк, 18–21 октября 2011 г.). – Донецк, 2011. – С. 210–212.

#### АНОТАЦІЯ

**Кузьменко Є. І. Вміст важких металів у ґрунті та їх вплив на ріст і розвиток виноградної рослини.** – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 06.01.08 – виноградарство. – ННЦ «ІВіВ ім. В. Є. Таїрова» НААН України, Одеса, 2011.

Дисертація присвячена дослідженням вмісту важких металів (ВМ) – Pb, Cu, Zn, Fe у ґрунті виноградників та виноградних насадженнях, розташованих поблизу автошляхів, вивченню впливу ВМ на ріст і розвиток виноградної рослини, а також пошуку матеріалів для зниження

негативного впливу ВМ.

Було встановлено, що в умовах антропогенного забруднення важкими металами їх вміст у ґрунті та органах виноградної рослини не перевищує встановлені норми гранично допустимих концентрацій (ГДК).

В умовах штучного забруднення ґрунту ВМ у дозі 5 ГДК їх вміст у вегетативних органах значно вище норми, проте в гронах винограду не перевищує ГДК. Встановлено, що під впливом ВМ у дозі 5 ГДК пригнічується ріст і розвиток рослин.

При внесенні у забруднений важкими металами ґрунт, цеоліту і торфу у співвідношенні 3:1:1 та 1:1:1, спостерігалось підвищення агробіологічних та фізіолого-біохімічних показників, покращення росту і розвитку рослин в цілому.

**Ключові слова:** виноградна рослина, ґрунт, важкі метали, цеоліт, торф.

### АННОТАЦІЯ

**Кузьменко Е. И. Содержание тяжелых металлов в почве и их влияние на рост и развитие виноградного растения. – Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 06.01.08 – виноградарство. – ННЦ «Институт виноградарства и виноделия им. В. Е. Таирова» НААН Украины, Одесса, 2011.

Диссертация посвящена исследованию содержания тяжелых металлов (ТМ) – Pb, Cu, Zn, Fe в почве виноградников и виноградных насаждениях, расположенных вблизи автотрассы, изучению влияния ТМ на агробиологические и физиолого-биохимические показатели виноградного растения, а также поиску материалов для снижения фитотоксичности ТМ.

Установлено, что в условиях антропогенного загрязнения, содержание ТМ в почве виноградников и органах виноградного растения не превышает их предельно допустимую концентрацию (ПДК). При этом наблюдается повышенное содержание металлов в почве относительно контроля. Так, было выделено четыре зоны поступления ТМ в почву виноградников, расположенных вблизи автотрассы: I зона – интенсивного загрязнения, где оседает около 60,2 % ТМ, II зона – среднего загрязнения – 26,8 % ТМ, III зона – слабого загрязнения – 11,4 % ТМ, IV зона – относительно чистый участок, где содержание ТМ составляет 1,7 %.

В условиях смоделированного загрязнения почвы ТМ их содержание в вегетативных органах было выше допустимых норм, однако, в гроздях винограда – не превышало ПДК ТМ. Выявлено, что под влиянием Pb, Cu, Zn, Fe и смеси ТМ в дозе 5 ПДК угнетаются агробиологические и физиолого-биохимические показатели виноградного растения. Так, при внесении смеси ТМ в почву наблюдается уменьшение объема прироста побегов на 36,8 %, снижается вызревание побегов на 10,2 %, уменьшается площадь листовой поверхности

кустов на 29,3 %. Снижается масса урожая на 20,0 % и ухудшается его качество: снижается содержание сахара на 4,6 % в соке ягод винограда и повышается кислотность на 8,5 %. Также снижается содержание пигментов в листьях виноградного растения: хлорофилла *a* – на 20,3 %, хлорофилла *b* – на 34,2 %, каротиноидов – на 23,5 %. Интенсивность дыхания листьев уменьшается на 24,8 %, а их обводненность – на 5,5 %.

Внесение цеолита и торфа в почву, загрязненную ТМ (5 ПДК), приводит к повышению агробиологических и физиолого-биохимических показателей виноградного растения по сравнению с вариантом без внесения цеолита и торфа. Внесение в почву цеолита и торфа в соотношении 3:1:1 и 1:1:1 приводило к увеличению объема прироста побегов соответственно на 31,2 % и 38,5 %, площади листовой поверхности – на 52,8 % и 55,9 %, количества корней – на 17,9 % и 21,0 %, а их длины – на 36,3 % и 43,4 %.

Дана экономическая оценка использования цеолита и торфа при выращивании саженцев винограда в условиях загрязнения почвы ТМ на уровне 5 ПДК. Наиболее эффективным с экономической точки зрения оказалось внесение цеолита и торфа в соотношении 3:1:1, уровень рентабельности составил 27,7 % против -6,5 % при выращивании саженцев винограда в загрязненной ТМ почве без цеолита и торфа.

**Ключевые слова:** виноградное растение, почва, тяжелые металлы, цеолит, торф.

#### ANNOTATION

**Kuzmenko Ye. I. Heavy Metals' Content in Soil and Their Influence on Growth and Development of Grape Plant.** – Manuscript.

Thesis on competition of Candidate's degree of agricultural sciences on speciality 06.01.08. – Viticulture. - NSC «Institute of Viticulture and Wine-Making named after V.Ye. Tairov» of the NAAS of Ukraine, Odessa, 2011.

Dissertation work is devoted to study heavy metals (HM) content – Pb, Cu, Zn, Fe in vineyards' soil and vine plantings located near motorways as well as to study HM influence on growth and development of grape plant and researching materials to reduce HM negative influence.

It has been stated that HM content in soil and organs of grapevine plants doesn't exceed limits of maximum permissible concentrations (MPC) under the conditions of anthropogenic HM contamination.

HM content in 5 MPC dose has been much above rate but plants' growth and development have been oppressed under the conditions of HM artificial soil contamination.

The increasing of agrobiological, physiological & biochemical indices and improvement in plants' growth and development in general have been observed at inserting zeolite and peat in HM contaminated soil in 3:1:1 and 1:1:1 correlations.

**Key words:** grape plant, soil, heavy metals, zeolite, peat.



Підписано до друку 28.10.2011 р. Формат 32x45/4  
Умовн. друк. арк. 0,8  
Тираж 120, замовлення № 62

Видавництво ННЦ «ІВіВ ім. В.Є. Таїрова»  
65496, м. Одеса, смт. Таїрове  
вул. 40-річчя Перемоги, 27  
Тел./факс +38(048) 740-36-76, 769-05-36  
E-mail: [iviv@te.net.ua](mailto:iviv@te.net.ua); [iviv\\_nnc@ukr.net](mailto:iviv_nnc@ukr.net)  
[www.tairov.com.ua](http://www.tairov.com.ua)

Свідоцтво ДК № 2903 від 17.07.2007 р.