

## **ВПЛИВ ДОБРИВ ТА МЕЛІОРАНТІВ НА ФІТОПРОДУКТИВНІСТЬ КАПУСТИ БІЛОГОЛОВОЇ ЗА ЗАБРУДНЕННЯ ҐРУНТУ СВИНЦЕМ**

**В. В. СНІТИНСЬКИЙ**, доктор біологічних наук, академік НААН

**А. І. ДИДІВ**, асистент

*E-mail: adydiv@gmail.com*

**Н. В. КАЧМАР**, кандидат сільськогосподарських наук

**Львівський національний аграрний університет**

*E-mail: kachmarnatali@ukr.net*

**Анотація.** У статті наведено результати досліджень щодо вивчення впливу добрив та меліорантів на фітопродуктивність рослин капусти білоголової у різні фенофази розвитку за змодельованих рівнів забруднення ґрунту свинцем. Встановлено, що за внесення органічної та органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування ґрунту відзначали найменший фітотоксичний вплив іонів свинцю на рослини капусти білоголової у різні фенофази розвитку, а також і найменшу його концентрацію в різних органах капусти білоголової у фазі технічної стиглості.

Результатами досліджень встановлено, що найвищі фітопродуктивні параметри рослин капусти білоголової (висота рослин, діаметр розетки, площа листків, діаметр головки, висота зовнішнього качана, маса головки, урожайність) відзначали за внесення добрив і меліорантів в нормі Біогумус 8 т/га +  $\text{CaCO}_3$  5 т/га та  $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{68}$  + Біогумус 4 т/га +  $\text{CaCO}_3$  5 т/га.

**Ключові слова:** забруднення ґрунту, важкі метали, фітотоксичність свинцю, фенофази, фітопродуктивність, органо-мінеральна система удобрення, вапнування ґрунту, капуста білоголова

**Актуальність.** Впродовж останніх років спостерігається посилення антропогенного навантаження на агрофітоценози різноманітними поллютантами, зокрема, важкими металами (ВМ), якими забруднено більше як 20 % орних земель України [13]. З поміж них ртуть, кадмій та свинець характеризуються значною стійкістю, високою токсичністю, вираженими кумулятивними властивостями і належить до небезпечних елементів I класу, які підлягають постійному контролю [1, 17].

За поступового зростання концентрації рухомих форм іонів важких металів в ґрунтовому середовищі спостерігається їх інтенсивне нагромадження та перерозподіл в тканинах рослин, включення в метаболічні процеси, які призводить до морфологічних та біохімічних змін, які виявляються в пригніченні росту і розвитку рослин, хлорозу листя, некрозів верхівок і країв листків, відмирання коренів тощо [7, 10, 12].

Сьогодні актуальним питанням є розробка та застосування в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах безпечної системи удобрення у поєднанні з меліорантами, завдяки котрій проходить швидкодіюча детоксикація ґрунту, забрудненого важкими металами, з відновленням його родючості, що в цілому сприяє одержанню екологічно-безпечної рослинницької продукції [14, 15, 16].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Фітотоксичність металів та стійкість рослин до них залежить від багатьох умов. Стійкість рослин до одного металу, як правило, не поширюється на інші. На фітотоксичність металів впливають також і ґрунтові чинники, такі як рН, катіонообмінна здатність ґрунту, гранулометричний склад, вміст глини та органічної речовини, доступність елементів живлення в період вегетації [1, 7].

Однією з найпоширеніших овочевих рослин в Україні є капуста білоголова. Проте біологічна стійкість (толерантність) рослин із родини *Brassicaceae* до токсичної дії іонів важких металів є незначною, що зумовлено генетично [6]. З огляду на це перевищені рівні в 3–5 ГДК небезпечних рухомих форм  $Pb^{2+}$ , особливо на кислих, бідних на вміст гумусу і глини, легкого за гранулометричним складом ґрунтах, знижують урожайність, а найважливіше – якість капусти білоголової [10, 12].

**Метою досліджень** було вивчити вплив органічної, мінеральної та органо-мінеральної системи удобрення у поєднанні з вапнуванням на фітопродуктивні параметри рослин капусти білоголової залежно від рівнів забруднення ґрунту свинцем.

**Матеріали і методи дослідження.** В умовах Західного Лісостепу України вивчали вплив добрив та меліорантів на поведінку свинцю у системі «ґрунт-рослина». Зокрема, трьохрічними дослідженнями передбачалося вивчити вплив рівнів забруднення ґрунту свинцем на фітопродуктивні параметри рослин капусти білоголової у різні фенофази.

Капусту білоголову пізньостиглу (сорт Ярославна) висівали у третій декаді квітня в попередньо забруднений ґрунт свинцем. Як забруднювачі використовували сіль  $Pb(CH_3COO)_2$ , яку вносили водним розчином восени окремо в ґрунт на глибину 0-20 см при змодельованих рівнях забруднення 1; 3; 5 ГДК (валових форм), а через два тижні вносили меліорант (вапняну пушонку)  $CaCO_3$  у нормі 5 т/га (за гідролітичною кислотністю) згідно схеми досліду, яку також загортали у ґрунт [16]. При цьому виходили з даних [8, 15], що 1 ГДК валових форм для  $Pb$  складає 32 мг/кг ґрунту. На контрольному варіанті солі важких металів не вносили.

Навесні під культивуацію вносили мінеральне добриво нітроамофоску марки 16:16:16 та органічне добриво Біогумус (продукт вермикультури) згідно зі схемою досліду. Облікова площа однієї мікроділянки – 2 м<sup>2</sup>. Повторність досліду п'ятиразова, розміщення варіантів систематичне [4]. Ґрунт дослідного поля темно-сірий сірий опідзолений легкосуглинковий.

У лабораторно-польових модельних дослідах вивчали такі фактори: фактор А – рівні забруднення ґрунту свинцем; фактор В – внесені добрива та меліоранти. Схема мікроділянкового двофакторного досліду

за вирощування капусти білоголової охоплювала такі варіанти: 1) Контроль (без добрив); 2)  $N_{136}P_{136}K_{136}$ ; 3) Біогумус 8 т/га; 4)  $N_{68}P_{68}K_{68}$  + Біогумус 4 т/га; 5)  $N_{136}P_{136}K_{136}$  +  $CaCO_3$  5 т/га; 6) Біогумус 8 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га; 7)  $N_{68}P_{68}K_{68}$  + Біогумус 4 т/га +  $CaCO_3$  5 т/га.

Урожай капусти білоголової обліковували поділянково у фазі технічної стиглості в II декаді жовтня згідно 7037:2009 «Капуста білоголова свіжа. Технічні умови» [2]. В зібраних рослинах визначали концентрацію свинцю методом атомно-адсорбційної спектрофотометрії на приладі С115М [9].

Зразки рослин капусти білоголової для біометричних вимірювань відбирали на п'ять типових рослинах з кожної мікроділянки в основні фази вегетації: 1) формування розетки листя; 2) зав'язування головки; 3) технічна стиглість (під час збору та обліку врожаю). Визначали наступні фітопродуктивні параметри: висоту рослин; діаметр розетки листків; площу листової поверхні; діаметр головки; висоту зовнішнього качана; масу головки; урожайність [3, 5, 11].

**Результати дослідження та їх обговорення.** Отримані результати засвідчують, що фітопродуктивність рослин капусти білоголової залежала від низки факторів, а саме: ґрунтово-кліматичних умови року, системи удобрення, меліорантів та рівнів забруднення ґрунту свинцем.

Встановлено, що зі збільшенням рівнів забруднення ґрунту свинцем від 1 до 5 ГДК, зростала відповідно і концентрація рухомих форм  $Pb^{2+}$  у ґрунті, а відтак посилювалось біологічне поглинання іонів металу рослинами капусти білоголової та підвищився фітотоксичний вплив свинцю (табл. 1).

Відзначали певну закономірність у розподілі свинцю в органах капусти білоголової. Зокрема, у зовнішньому качані капусти концентрація свинцю була у 8-12 раз більшою, аніж у головці, оскільки корінь є першим органом і біологічним бар'єром на шляху транспорту іонів металу з ґрунту

Дослідженнями встановлено, що найменшу концентрацію свинцю в рослинах капусти білоголової відмічали за внесення добрив та меліорантів в нормі  $N_{68}P_{68}K_{68}$  + Біогумус 4 т/га + 5 т/га  $CaCO_3$ . На цьому варіанті (без металу) концентрація свинцю в головках капусти зменшилась, порівняно до контролю (без добрив) на 0,176 мг/кг, або 73,9 %, тоді як у зовнішньому качані на 1,187 мг/кг, або 61 %. За внесення таких самих норми добрив та меліорантів, але за рівня забруднення ґрунту 5 ГДК, концентрація свинцю в головках капусти зменшилась до контролю на 0,265 мг/кг, або 38,3 %, тоді як у зовнішньому качані на 2,235 мг/кг, або 23,5 %.

Спостерігали загальну тенденцію на всіх варіантах досліду, а саме із збільшенням рівнів забруднення ґрунту зростала і фітотоксичність свинцю, яка проявлялася на пригніченні ростових процесів вже у перших фенофазах аж до технічної стиглості, а відтак це відобразилося на зменшенні фітопродуктивних параметрів рослин капусти білоголової: висоти рослин, діаметру розетки, площі листків, висоти зовнішнього качана, діаметру та маси головки, а в кінцевому результаті зниження урожайності (табл. 2).

**1. Вплив добрив та меліорантів на нагромадження свинцю в різних органах капусти білоголової у фенофазі технічної стиглості за змодельованих рівнів забруднення ґрунту цим металом, мг/кг маси сирої речовини**

| Варіант досліджу                                                                                | Контроль<br>(без металу)        | Рівні забруднення ґрунту свинцем |                              |                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                                                                                                 |                                 | 1 ГДК<br>(Pb <sup>2+</sup> )     | 3 ГДК<br>(Pb <sup>2+</sup> ) | 5 ГДК<br>(Pb <sup>2+</sup> ) |
| 1) Без добрив (контроль)                                                                        | <u>*0,238</u><br><u>**1,946</u> | <u>0,319</u><br><u>2,513</u>     | <u>0,485</u><br><u>3,591</u> | <u>0,692</u><br><u>4,735</u> |
| 2) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub>                                           | <u>0,153</u><br><u>1,325</u>    | <u>0,228</u><br><u>1,835</u>     | <u>0,347</u><br><u>2,726</u> | <u>0,525</u><br><u>3,774</u> |
| 3) Біогумус 8 т/га                                                                              | <u>0,134</u><br><u>1,276</u>    | <u>0,215</u><br><u>1,798</u>     | <u>0,321</u><br><u>2,604</u> | <u>0,518</u><br><u>3,822</u> |
| 4) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + Біогумус 4 т/га                            | <u>0,102</u><br><u>1,013</u>    | <u>0,193</u><br><u>1,786</u>     | <u>0,303</u><br><u>2,665</u> | <u>0,509</u><br><u>3,878</u> |
| 5) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub> + 5 т/га CaCO <sub>3</sub>                | <u>0,085</u><br><u>0,887</u>    | <u>0,166</u><br><u>1,679</u>     | <u>0,286</u><br><u>2,611</u> | <u>0,487</u><br><u>3,342</u> |
| 6) Біогумус 8 т/га + 5 т/га CaCO <sub>3</sub>                                                   | <u>0,071</u><br><u>0,825</u>    | <u>0,139</u><br><u>1,508</u>     | <u>0,275</u><br><u>2,818</u> | <u>0,458</u><br><u>3,755</u> |
| 7) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + Біогумус 4 т/га + 5 т/га CaCO <sub>3</sub> | <u>0,062</u><br><u>0,759</u>    | <u>0,104</u><br><u>1,165</u>     | <u>0,263</u><br><u>2,794</u> | <u>0,427</u><br><u>3,621</u> |

*Примітка:* \* в чисельнику – головка, \*\* в знаменнику – зовнішній качан. Гранично допустима концентрація свинцю в овочах – 0,5 мг/кг маси сирої речовини

На основі даних результатів лабораторних і польових дослідів встановлено, що ефективність добрив і меліорантів щодо зниження фітотоксичного впливу свинцю на фітопродуктивні параметри рослин капусти білоголової проявлялася по-різному. Так, застосування тільки одних органічного добрива в повній нормі Біогумус 8 т/га виявилось більш ефективним щодо зниження фітотоксичності свинцю, аніж внесення мінерального добрива нітроамофоска в повній нормі N<sub>136</sub>P<sub>136</sub>K<sub>136</sub> кг/га д.р. За спільного застосування органічних і мінеральних добрив у половину норми N<sub>68</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + Біогумус 4 т/га виявили найменший фітотоксичний вплив свинцю на рослини капусти білоголової. Однак, за застосування тих самих норм добрив, але на фоні вапнування ґрунту (5-7 варіант) усі ростові процеси проходили значно краще, а фітопродуктивні параметри рослин капусти білоголової були вищі, порівняно з іншими варіантами, де не вносили вапняних меліорантів. Такий захід як вапнування дозволив значно зменшити рухомість Pb<sup>2+</sup> у ґрунті та знизити фітотоксичність свинцю в процесі вегетації, а в цілому сприяв одержання високого врожаю з доброю якістю продукції капусти білоголової.

Експериментальними дослідженнями виявлено достатньо тісний кореляційний зв'язок між кількостями внесених добрив і меліорантів та фітопродуктивними показниками рослин капусти білоголової, а також рівнями забруднення ґрунту свинцем на всіх фенофазах.

**2. Валив добрив та меліорантів на фітопродуктивні параметри рослин капусти білоголової у різні фенофази розвитку за змодельованих рівнів забруднення ґрунту свинцем**

| Рівні забруднення ґрунту свинцем | Варіант досліджу                                                                                | Фенофази розвитку  |                     |                           |                   |                     |                           |                     |                   |                     |                     |                     |                 | Урожайність, т/га |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------|-------------------|
|                                  |                                                                                                 | Формування розетки |                     |                           |                   |                     | Зав'язування головки      |                     |                   | Технічна стиглість  |                     |                     |                 |                   |
|                                  |                                                                                                 | Висота рослин, см  | Діаметр розетки, см | Площалистків, тис см² /га | Висота рослин, см | Діаметр розетки, см | Площалистків, тис см² /га | Діаметр головки, см | Висота рослин, см | Діаметр розетки, см | Діаметр головки, см | Зовнішній качан, см | Маса головки, г |                   |
| Контроль (без металів)           | 1) Без добрив (контроль)                                                                        | 25                 | 23,5                | 8,25                      | 33                | 38,6                | 27,39                     | 8,7                 | 36                | 43,1                | 16,5                | 9,3                 | 2650            | 81,4              |
|                                  | 2) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub>                                           | 27                 | 25,8                | 9,11                      | 34                | 40,2                | 32,25                     | 10,6                | 38                | 45,2                | 17,7                | 11,5                | 2880            | 90,5              |
|                                  | 3) Біогумус 8 т/га                                                                              | 28                 | 26,4                | 9,72                      | 37                | 42,4                | 34,91                     | 12,4                | 40                | 47,5                | 18,5                | 12,3                | 2920            | 91,8              |
|                                  | 4) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + Біогумус 4 т/га                            | 29                 | 27,3                | 10,23                     | 38                | 47,3                | 37,16                     | 15,8                | 41                | 53,9                | 21,1                | 13,0                | 3110            | 97,7              |
|                                  | 5) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub> + 5 т/га CaCO <sub>3</sub>                | 30                 | 28,1                | 11,46                     | 40                | 51,8                | 41,83                     | 16,1                | 43                | 57,1                | 22,3                | 13,4                | 3220            | 103,5             |
|                                  | 6) Біогумус 8 т/га + 5 т/га CaCO <sub>3</sub>                                                   | 30                 | 29,8                | 11,87                     | 41                | 53,9                | 44,26                     | 17,3                | 45                | 59,2                | 23,8                | 14,7                | 3350            | 107,7             |
| 1 ГДК (Pb <sup>2+</sup> )        | 7) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + Біогумус 4 т/га + 5 т/га CaCO <sub>3</sub> | 32                 | 37,5                | 12,98                     | 43                | 55,7                | 46,54                     | 17,9                | 46                | 62,9                | 24,7                | 15,6                | 3420            | 109,9             |
|                                  | 1) Без добрив (контроль)                                                                        | 24                 | 11,2                | 7,90                      | 32                | 37,0                | 26,24                     | 8,3                 | 34                | 41,3                | 15,8                | 8,9                 | 2530            | 77,7              |
|                                  | 2) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub>                                           | 26                 | 12,5                | 8,73                      | 33                | 38,5                | 30,90                     | 10,2                | 36                | 43,9                | 17,0                | 11,0                | 2750            | 86,4              |
|                                  | 3) Біогумус 8 т/га                                                                              | 27                 | 13,4                | 9,31                      | 35                | 40,6                | 33,42                     | 11,9                | 38                | 45,5                | 18,7                | 11,8                | 2820            | 88,5              |
|                                  | 4) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> + Біогумус 4 т/га                            | 28                 | 13,7                | 9,80                      | 36                | 45,3                | 35,61                     | 15,1                | 39                | 51,6                | 20,2                | 12,5                | 2970            | 93,3              |
|                                  | 5) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub> + 5 т/га CaCO <sub>3</sub>                | 29                 | 14,1                | 10,98                     | 38                | 49,1                | 40,07                     | 15,4                | 41                | 54,7                | 21,4                | 12,4                | 3130            | 100,6             |
|                                  | 6) Біогумус 8 т/га + 5 т/га CaCO <sub>3</sub>                                                   | 30                 | 15,0                | 11,52                     | 39                | 51,9                | 42,45                     | 16,6                | 43                | 56,4                | 22,8                | 14,1                | 3210            | 103,0             |

|                           |                                                                                                          |    |      |       |    |      |       |      |    |      |      |      |      |       |
|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|-------|----|------|-------|------|----|------|------|------|------|-------|
| 3 ГДК (Pb <sup>2+</sup> ) | 7) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> +<br>Біогумус 4<br>т/га +<br>5 т/га CaCO <sub>3</sub> | 31 | 16,3 | 12,43 | 41 | 53,4 | 44,59 | 17,7 | 44 | 60,3 | 24,1 | 14,9 | 3260 | 104,8 |
|                           | 1) Без<br>добрих<br>(контроль)                                                                           | 23 | 11,5 | 7,65  | 31 | 35,8 | 25,32 | 8,1  | 33 | 40,1 | 15,3 | 8,6  | 2450 | 75,2  |
|                           | 2) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub>                                                    | 25 | 12,1 | 8,44  | 32 | 37,3 | 29,90 | 9,8  | 35 | 42,9 | 16,4 | 10,7 | 2670 | 83,9  |
|                           | 3) Біогумус 8<br>т/га                                                                                    | 26 | 13,0 | 9,01  | 34 | 39,5 | 32,36 | 11,5 | 37 | 44,3 | 17,1 | 11,4 | 2710 | 85,3  |
|                           | 4) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> +<br>Біогумус 4<br>т/га                               | 27 | 13,6 | 9,48  | 35 | 43,8 | 34,45 | 14,6 | 38 | 50,7 | 19,6 | 12,1 | 2880 | 90,5  |
|                           | 5) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub><br>+ 5 т/га<br>CaCO <sub>3</sub>                   | 28 | 13,9 | 10,62 | 37 | 48,0 | 38,78 | 14,9 | 40 | 52,9 | 20,7 | 12,3 | 3030 | 97,4  |
|                           | 6) Біогумус 8<br>т/га + 5 т/га<br>CaCO <sub>3</sub>                                                      | 28 | 14,8 | 11,05 | 38 | 50,2 | 41,03 | 16,0 | 42 | 54,6 | 22,1 | 13,6 | 3110 | 100,0 |
|                           | 7) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> +<br>Біогумус 4<br>т/га +<br>5 т/га CaCO <sub>3</sub> | 30 | 15,6 | 12,03 | 40 | 51,6 | 43,14 | 16,6 | 43 | 58,1 | 22,9 | 14,5 | 3190 | 102,7 |
|                           | 1) Без<br>добрих<br>(контроль)                                                                           | 21 | 10,0 | 6,89  | 28 | 32,2 | 22,87 | 7,3  | 30 | 36,2 | 13,1 | 7,8  | 2210 | 67,0  |
|                           | 2) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub>                                                    | 22 | 10,9 | 7,61  | 28 | 33,6 | 26,93 | 8,9  | 32 | 37,7 | 14,8 | 9,6  | 2400 | 75,4  |
| 5 ГДК (Pb <sup>2+</sup> ) | 3) Біогумус 8<br>т/га                                                                                    | 23 | 11,7 | 8,12  | 31 | 35,4 | 29,15 | 10,4 | 33 | 39,5 | 15,4 | 10,1 | 2480 | 77,9  |
|                           | 4) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> +<br>Біогумус 4<br>т/га                               | 24 | 11,7 | 8,54  | 32 | 39,5 | 31,03 | 13,2 | 34 | 45,0 | 17,6 | 10,9 | 2590 | 81,5  |
|                           | 5) N <sub>136</sub> P <sub>136</sub> K <sub>136</sub><br>+ 5 т/га<br>CaCO <sub>3</sub>                   | 25 | 12,5 | 9,57  | 33 | 43,3 | 34,95 | 13,5 | 37 | 47,3 | 18,9 | 11,2 | 2750 | 88,2  |
|                           | 6) Біогумус 8<br>т/га + 5 т/га<br>CaCO <sub>3</sub>                                                      | 26 | 13,4 | 9,95  | 34 | 45,0 | 36,96 | 14,1 | 37 | 49,4 | 20,5 | 12,3 | 2810 | 90,3  |
|                           | 7) N <sub>68</sub> P <sub>68</sub> K <sub>68</sub> +<br>Біогумус 4<br>т/га +<br>5 т/га CaCO <sub>3</sub> | 27 | 14,2 | 10,84 | 36 | 46,9 | 38,84 | 15,3 | 38 | 52,5 | 21,7 | 13,0 | 2850 | 94,6  |
|                           |                                                                                                          |    |      |       |    |      |       |      |    |      |      |      |      |       |

Аналізуючи динаміку росту і розвитку рослин капусти білоголової у різні фенофазити слід сказати, що великий вплив на фітопродуктивність рослин мали внесенні добрива та меліоранти на різних рівнях забруднення ґрунту свинцем. Так, при рівні забруднення ґрунту свинцем 5 ГДК у фазі зав'язування головки найбільшу висоту рослин 34 та 36 см, діаметр розетки 15,0 та 46,9 см, площу листків 36,96 та 38,84 тис см<sup>2</sup>/га,

діаметр головки 14,1 та 15,3 см відзначалася на 6 і 7 варіантах за внесення добрив і меліорантів в нормі Біогумус 8 т/га + 5 т/га  $\text{CaCO}_3$  та  $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{678}$  + Біогумус 4 т/га + 5 т/га  $\text{CaCO}_3$ . Відповідно за використання вищезгаданих норм добрив та меліорантів урожайність капусти білоголової була найбільша і становила 90,3 та 94,6 т/га, тоді як на контролі (без добрив) – 67,0 т/га.

**Висновки і перспективи.** Дослідженнями встановлено, що найменшу концентрацію свинцю в рослинах капусти білоголової та найвищі фітопродуктивні параметри на всіх змодельованих рівнях забруднення ґрунту цим металом відзначали за використання органічної та органо-мінеральної системи удобрення на фоні вапнування ґрунту за внесення добрив і меліорантів в нормі Біогумус 8 т/га + 5 т/га  $\text{CaCO}_3$  та  $\text{N}_{68}\text{P}_{68}\text{K}_{678}$  + Біогумус 4 т/га + 5 т/га  $\text{CaCO}_3$ .

#### **Список використаних джерел**

1. Головатый С. Е. Тяжелые металлы в агроэкосистемах. Минск: Республиканское научное дочернее унитарное предприятие "Институт почвоведения и агрохимии", 2002. 239 с.
2. ДСТУ 7037:2009 Капуста білоголова свіжа. Технічні умови: затв. наказом Держспоживстандарту України від 22 червня 2009 р. № 226. Київ, 2010. 23 с. (Національний стандарт України).
3. ДСТУ ISO 874-2002 Фрукти та овочі свіжі. Відбирання проб. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 15 с. (Національний стандарт України).
4. Бондаренко Г. Л., Яковенко К. І. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві. Харків: Основа, 2001. 370 с.
5. Грицаєнко З. М., Грицаєнко А. О., Карпенко В. П. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ: НІЧЛАВА, 2003. 320 с.
6. Гуральдчук Ж. З. Фітотоксичність важких металів та стійкість рослин до їх дії. Київ: Логос, 2006. 208 с.
7. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. Новосибирск: Наука. Сиб.отд.-ние, 1991. 151 с.
8. Медведев В. В. Мониторинг почв Украины: Концепции. Итоги. Задачи. (2-е пересмотр. и доп. изд.). "Нац. науч. центр "Ин-т почвоведения и агрохимии им. А. Н. Соколовского. Харьков: КП «Городская типография», 2012. 536 с.
9. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах и сельхозугодий и продукции растениеводства. Москва: Гидрометеиздат, ЦИНАО, 1992. 61 с.
10. Мислива Т. М., Надточій П. П., Герасимчук Л. О. Ведення сільськогосподарського виробництва у приватному секторі в умовах посиленого антропогенного впливу на навколишнє середовище: рекомендації / за ред. Т. М. Мисливої. Житомир, 2011. 52 с.
11. Мойсейченко В. Ф. Основи наукових досліджень у плодівництві, овочівництві, виноградарстві та технології зберігання плодоовочевої продукції. Київ: НМК ВО, 1992. 364 с.
12. Овчаренко М. М. Тяжелые металлы в системе почва-растение-удобрение. Москва, 1997. 290 с.
13. Рідей Н. М., Строкаль В. П., Рибалко Ю. В. Екологічна оцінка агробіоценозів: теорія, методика, практика. Херсон: Олді-плюс, 2011. 258 с.

14. Самохвалова В. Л., Фатеев А. І., Зуза С. Г. Спосіб ремедіації ґрунту, техногенно забрудненого важкими металами. Агрохімія та ґрунтознавство. Харків, 2013. Вип. 80. С. 101-110.
15. Фатеев А. І., Самохвалова В. Л. Детоксикація важких металів у ґрунтовій системі: методичні рекомендації. Харків: КП "Міськдрук", 2012. 70 с.
16. Хімічна меліорація ґрунтів (концепція інноваційного розвитку) / за ред. С. А. Балюка, Р. С. Трускавецького, Ю. Л. Цапка. Харків: «Міськдрук», 2012. 129 с.
17. Kabata-Pendias A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: Crc Press, 2010. 548 p.

### References

1. Holovaty, S. E. (2002). Tyazhelye metally v agroekosistemakh [Heavy metals in agroecosystems]. Republic scientific daughter company unytary "Institute of soil science and Agrochemical chemistry". Minsk, 239.
2. DSTU 7037:2009 White Cabbage fresh. Specifications. Kiev, 2010, 23 (National standard of Ukraine).
3. DSTU ISO 874-2002 Fresh fruits and vegetables. Sampling. Kiev, 2013. 15 p. (National standard of Ukraine).
4. Bondarenko, H. L., Yakovenko, K. I. (2001). Metodyka doslidnoi spravy v ovochivnytstvi i bashtannytstvi [Research methodology in vegetables and melons growing]. Kharkiv, 369.
5. Hrytsaienko, Z. M., Hrytsaienko, A. O., Karpenko, V. P. (2003). Metody biolohichnykh ta ahrokhimichnykh doslidzhen roslyn i gruntiv [Methods of biological and agrochemical research of plants and soil]. Kiev, 320.
6. Huraldchuk, Zh. Z. (2006). Fitotoksychnist vazhkykh metaliv ta stiikist roslyn do yikh dii [Phytotoxicity of heavy metals and plant resistance to their actions]. Kiev, 208.
7. Il'in, V. B. (1991). Tyazhelye metally v sisteme pochva-rasteniye [Heavy metals in the soil-plant system]. Novosibirsk, 151.
8. Medvedev, V. V. (2012). Monitoring pochv Ukrainy: Kontseptsii. Itogi. Zadachi. (2-e peresmotr. i dop. izd.) [Monitoring of Soils in Ukraine: Concepts. Outcomes Tasks (2-nd revision and additional editions)]. "National Science Center" Institute of Soil Science and Agrochemistry named after. A. N. Sokolovskogo. Kharkiv, 536.
9. Metodicheskiye ukazaniya po opredeleniyu tyazhelykh metallov v pochvakh sel'khozogodiy i produktsii rasteniyevodstva [Methodological guidelines on the definition of heavy metals in agricultural soils and crop growing production]. Moscow: Gidrometeoizdat, TSINAO, 1992, 61.
10. Myslyva, T. M., Nadtochii, P. P., Herasymchuk, L. O. (2011). Vedennia silskohospodarskoho vyrobnytstva u pryvatnomu sektori v umovakh posylenoho antropohennoho vplyvu na navkolyshnie seredovyshe: rekomendatsii [Agricultural production in the private sector in conditions of anthropogenic impact on the environment: recommendations]. Zhytomyr, 52.
11. Moiseichenko, V. F. (2000). Osnovy naukovykh doslidzhen u plodivnytstvi, ovochivnytstvi, vynohradarstvi ta tekhnolohii zberihannia plodoovochevoi produktsii [Fundamentals of scientific research in horticulture, vegetable growing, viticulture and technologies storage of fruit and vegetable products]. Kiev, 114.
12. Ovcharenko, M. M. (1997). Tyazhelye metally v sisteme pochva-rasteniye-udobreniye [Heavy metals in the system soil-plant-fertilizer]. Moscow, 290.

13. Ridei, N. M., Stokal, V. P., Rybalko, Yu. V. (2011). Ekolohichna otsinka ahrobiotsenoziv: teoriia, metodyka, praktyka [Environmental assessment of agrobiocenosis: theory, methodology, practice]. Kherson, 258.
14. Samokhvalova, V. L., Fatieiev, A. I., Zuza, S. H. (2013) Sposib remediatsii gruntu, tekhnohenno zabrudnenoho vazhkymy metalamy [Method of soil remediation technogenically contaminated with heavy metals]. *Agrochemistry and soil science*. Vol. 80. P. 101-110.
15. Fatieiev, A. I., Samokhvalova, V. L. (2012). Detoksykatsiia vazhkykh metaliv u gruntovii systemi: metodychni rekomendatsii [Detoxification of heavy metals in soil system: methodical recommendations]. Kharkiv, 70.
16. Baliuk, S. A., Truskavetskyi, R. S., Tsapko, Yu. L. (2012). Khimichna melioratsiia gruntiv (kontseptsiiia innovatsiinoho rozvytku) [Chemical melioration of soil (concept of innovation development)]. Kharkiv, 129.
17. Kabata-Pendias, A. Trace Elements in Soils and Plants. 4th Edition. Boca Raton, FL: CrcPress, 2010, 548.

## ВЛИЯНИЕ УДОБРЕНИЙ И МЕЛИОРАНТОВ НА ФИТОПРОДУКТИВНОСТЬ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ СВИНЦОМ

**В. В. Снитынский, А. И. Дыдив, Н. В. Качмар**

**Аннотация.** В статье приведены результаты исследований по изучению влияния удобрений и мелиорантов на фитопродуктивность растений капусты белокочанной в разные фенофазы развития при смоделированных уровнях загрязнения почвы свинцом. Установлено, что при внесении органической и органо-минеральной системы удобрения на фоне известкования почвы отмечали самое малое фитотоксическое воздействие ионов свинца на растения капусты белокочанной в разные фенофазы развития, а также и минимальную его концентрацию в различных органах капусты белокочанной в фазе технической спелости.

Результатами исследований установлено, что высокие фитопродуктивные параметры растений капусты белокочанной (высота растений, диаметр розетки, площадь листьев, диаметр головки, высота внешнего кочана, масса головки, урожайность) отмечали при внесении удобрений и мелиорантов в норме Биогумус 8 т/га + CaCO<sub>3</sub> 5 т/га и N68P68K68 + Биогумус 4 т/га + CaCO<sub>3</sub> 5 т/га.

**Ключевые слова:** загрязнения почвы, тяжелые металлы, фитотоксичность свинца, фенофазы, фитопродуктивность, органо-минеральная система удобрения, известкование почвы, капуста белокочанная

## INFLUENCE OF FERTILIZERS AND MELIORANTS ON THE PHYTOPRODUCTIVITY OF WHITE CABBAGE DINING IN CASE OF SOIL

## CONTAMINATION LEAD

V. V. Snitynskyi, A. I. Dydiv, N. V. Kachmar

**Abstract.** *The article reveals the research results of influence of fertilizers and meliorants on the phytoproductivity plants of white cabbage in various phenophase at simulated levels of soil contamination by lead. It was investigated that, the applying of the organic and organo-mineral fertilizer system together with liming of the soil provides the slightest phytotoxic influence of lead ions on the whit cabbage plants in different phenophase, as well as its lowest concentration in various organs cabbage in a phase of technical maturity. The results of researches have revealed that the highest phytoproduction parameters of white cabbage plants (height of plants, diameter of the socket, leafs area, head diameter, height of external cabbage stalk, head mass, yield) noted by application of the organic and organic-mineral fertilizer system at norms Biohumus 8 t/ha + CaCO<sub>3</sub> and N<sub>68</sub>P<sub>68</sub>K<sub>68</sub> + Biohumus 4 t/ha + CaCO<sub>3</sub> 5 t/ha.*

**Key words:** *soil contamination, heavy metals, phytotoxicity of lead, phenophases, phytoproduction, organic-mineral system of fertilizer, liming of soil, white cabbage*