

## **МОНІТОРИНГ ЕКОЛОГІЧНОЇ ЯКОСТІ ОВОЧЕВОЇ ПРОДУКЦІЇ ШИРОКОГО СПОЖИВАННЯ**

*Надано результати моніторингових досліджень екологічної якості овочевої продукції широкого споживання (картоплі, моркві, буряку та капусти), що вирощені на приватних ділянках в умовах лісостепової зони України. Визначено вміст важких металів, надано результати статистичної обробки.*

**Ключові слова:** трофогеографічні дослідження, моніторинг, важкі метали, екологічна якість, овочева продукція.

**Вступ.** Сьогодні моніторинговими дослідженнями охоплені майже усі екологічні проблеми. Досліджується динаміка стану атмосферного повітря, поверхневих та ґрунтових вод, зміни різних біоценозів, бо від екологічного стану цих складових залежить стан здоров'я людини. Також відомо, що різноманітним службам на державному рівні доручено спостерігати і за якістю харчових продуктів та питної води. З'явилась нова проблема якості харчових продуктів, пов'язана сьогодні з ГМО. Екологічна якість та безпека харчової продукції турбує як різнопрофільних фахівців, так і, безумовно, населення. Слід зауважити, що сучасні споживачі, у більшості випадків, почали читати на упаковці інгредієнтний склад того чи іншого продукту харчування, що вказує на небайдуже ставлення населення до стану свого здоров'я і здоров'я своїх дітей. Однак екологічно безпечні або небезпечні продукти харчування є не тільки в упаковці. Продукти харчування рослинного походження, тобто овочі і фрукти, що вирощені для власного споживання, ми використовуємо практично щоденно і, у більшості випадків, не замислюємося, який їх інгредієнтний склад (наявність нітратів, нітритів, залишків добрив та пестицидів, наявність важких металів тощо).

В науковій літературі немає згадок про те, що багаторічними моніторинговими дослідженнями охоплені рослинні продукти харчування, які вирощує населення на своїх приватних ділянках для власного споживання. Тому ця проблема існує, є актуальною і потребує багаторічних моніторингових досліджень.

У наших попередніх публікаціях [6-8] було вже багато написано про розвиток нового наукового напрямку – трофогеографії, про численні дослідження на експериментальних полігонах, коли було виявлено досить важливі географічні закономірності накопичення важких металів в овочевій і фруктовій продукції широкого споживання. Було доведено, що екологічний стан компонентів довкілля, природні та соціально-економічні умови певним чином впливають на хімічний склад різноманітних овочів та фруктів. В рамках багаторічних трофогеографічних досліджень було визначено вплив природних умов різних географічних поясів (помірний, субтропічний, тропічний, субекваторіальний), різних геоморфологічних і ґрунтових умов, окремих компонентів ландшафту, різних урбогеосистем, антропогенних об'єктів (промислових підприємств, автомагістралей тощо) на хімічний склад рослинної продукції. Проведені трофогеографічні дослідження надали можливість визначити суттєві закономірності.

Моніторингові трофогеографічні дослідження, накопичення багаторічного експериментального матеріалу, необхідність у подальшій розробці теоретико-методологічних засад накопичення хімічних елементів у рослинній харчовій продукції, спонукали проаналізувати зміни та визначити певні закономірності у накопиченні важких металів у культурних рослинах, вирощених у лісостеповій зоні помірного географічного поясу на приватних ділянках.

**Об'єкт та вихідні матеріали дослідження.** Об'єктами вивчення були овочі: картопля, морква, буряк, капуста, тобто рослинна продукція, що використовується

населенням повсякденно, вирощені на чорноземі типовому в умовах лісостепу на приватних ділянках, що розташовані у сільській місцевості на територіях урбосистем. Матеріалом для наукових висновків слугували результати хімічного аналізу зразків овочів, відібраних за стандартними методиками як безпосередньо автором, так і членами наукових загонів екологічного факультету Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна. Польові дослідження проводились у лісостеповій зоні, характер змін кількісних показників наведено на прикладі зразків відібраних у 2008 – 2009 р.р. Аналітичні дослідження здійснено на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-115. Рухомі форми важких металів в ґрунтових зразках визначали у буферній амонійно-ацетатній витяжці (рН 4,8). Вміст важких металів у овочевій продукції визначали згідно ДСТУ 26929-86. Базовим методом досліджень був метод порівняльно-географічний, а також використані методи узагальнення та систематизації даних, статистична обробка здійснювалася за загальноприйнятими показниками.

Мета даної роботи – моніторингові трофогеографічні дослідження змін вмісту важких металів у різноманітній овочевій продукції, вирощеній в однакових природних умовах, і визначення певних закономірностей.

**Аналіз попередніх досліджень.** Не зважаючи на те, що вивчення вмісту мікроелементів у ґрунтах та рослинній продукції має зайве багаторічну історію, географічні дослідження у визначеному аспекті майже відсутні. Традиційно біологами хімічні елементи вивчалися як джерела життєдіяльності рослин, а розвиток антропогенної діяльності призвів до формування нових підходів до вивчення хімічного складу ґрунтів та рослинної продукції. Звісно, що важливість попередніх досліджень безсумнівна, але вони безпосередньо торкаються біологічного, ґрунтознавського, сільськогосподарського та інших аспектів. Це відомі роботи Кабата-Пендіас А., 1989; Ільїна В. Б., 1991; Дуглас П. Орморд, 1988; Фатеева А. І. і ін., 2003; Добровольського Г. О., 1986 та багато інших [1-5]. Але прямого відношення ці дослідження до проведених трофогеографічних досліджень не мають.

**Результати досліджень та їх аналіз.** В наших попередніх публікаціях [6] було відзначено, що при чітко визначеній «однаковості» природних умов фіксуються дуже різні результати накопичення важких металів і навпаки – при достатньо різних природних умовах дуже часто відзначаються однакові результати щодо кількісного і якісного характеру накопичення важких металів. У такому випадку впевнено можна говорити про відсутність як такого природного фону і значний внесок соціально-економічної складової в механізм накопичення мікроелементів у овочевій продукції. І тут на перший план виходить «географічний фон» [6], який об'єднує природну і соціально-економічну складову.

Моніторингові багаторічні просторово-часові дослідження накопичення важких металів у рослинній продукції надають можливість впевнено визначити «географічний фон». Звичайно механізм визначення географічного фону потребує досліджень різних фахівців, що аргументує різні підходи до його визначення. Наші теперішні дослідження допоможуть визначити географічний фон для території **регіонального** (існує локальний, регіональний, глобальний) ієрархічного рівня, у нашому випадку – північний схід лісостепової зони України – Подільсько-Придніпровський край Харківської схилово-височинної області, а також асоціації фоноформуючих важких металів для згаданого регіону.

Представлені результати досліджень, отримані протягом 2008-2009 років на експериментальних ділянках з найбільш розповсюдженими зональними ґрунтами – чорноземами типовими. Показники середнього вмісту хімічних елементів у зразках овочів, відібраних з експериментальних ділянок, наведено у табл. 1, де подано у чисельнику значення середнього  $\pm$  похибка середнього, а у знаменнику – значення середньоквадратичного відхилення (СКО). Аналіз наведених даних показав загальну тенденцію зменшення вмісту майже всіх хімічних елементів у зразках овочів та ґрунту 2009 року у порівнянні з 2008 роком відповідно.

Таблиця 1 – Вміст важких металів у овочах (грунт – чорнозем типовий), мг/кг

Овочі	Роки	Fe	Mn	Zn	Cu	Ni	Pb	Co	Cr	Cd
Картопля	2008	<u>16,25±1,99</u> 8,2	<u>6,54±0,62</u> 2,57	<u>7,57±0,49</u> 2,57	<u>3,59±0,42</u> 1,74	<u>0,76±0,17</u> 0,71	<u>0,68±0,15</u> 0,63	<u>0,83±0,22</u> 0,91	<u>0,31±0,05</u> 0,19	<u>0,16±0,08</u> 0,32
	2009	<u>14,35±1,64</u> 3,67	<u>9,44±1,59</u> 3,9	<u>7,97±0,68</u> 1,67	<u>2,59±0,35</u> 0,86	<u>0,66±0,09</u> 0,23	<u>0,69±0,1</u> 0,25	<u>1,4±0,59</u> 1,46	<u>0,32±0,04</u> 0,11	<u>0,09±0,006</u> 0,016
Морква	2008	<u>17,86±2,04</u> 9,56	<u>10,86±1,18</u> 5,55	<u>7,7±0,64</u> 3,02	<u>3,53±0,26</u> 1,22	<u>0,94±0,16</u> 0,97	<u>1,02±0,21</u> 0,97	<u>0,59±0,08</u> 0,37	<u>0,47±0,08</u> 0,4	<u>0,16±0,04</u> 0,2
	2009	<u>11,97±0,84</u> 2,9	<u>8,63±0,92</u> 3,19	<u>6,61±0,77</u> 2,65	<u>2,97±0,17</u> 0,58	<u>0,67±0,07</u> 0,25	<u>0,63±0,11</u> 0,39	<u>0,44±0,06</u> 0,22	<u>0,28±0,06</u> 0,21	<u>0,11±0,02</u> 0,09
Буряк	2008	<u>18,9±4,48</u> 13,45	<u>7,29±0,68</u> 2,05	<u>8,07±0,6</u> 1,79	<u>2,73±0,55</u> 1,66	<u>0,65±0,22</u> 0,67	<u>0,65±0,05</u> 0,15	<u>0,57±0,09</u> 0,26	<u>0,29±0,03</u> 0,09	<u>0,08±0,02</u> 0,05
	2009	<u>13,45±1,15</u> 1,62	<u>6,2±0,2</u> 0,28	<u>8,0±0,8</u> 1,31	<u>2,75±1,35</u> 1,91	<u>0,6±0,4</u> 0,57	<u>0,56±0,06</u> 0,08	<u>0,41±0,03</u> 0,042	<u>0,27±0,09</u> 0,13	<u>0,09±0,01</u> 0,014
Капуста	2008	<u>10,93±1,63</u> 5,42	<u>6,68±1,02</u> 3,37	<u>6,48±0,54</u> 1,79	<u>2,96±0,43</u> 1,42	<u>0,62±0,13</u> 0,42	<u>0,5±0,07</u> 0,23	<u>0,78±0,05</u> 0,16	<u>0,3±0,06</u> 0,2	<u>0,11±0,007</u> 0,03
	2009	<u>7,12±1,04</u> 1,8	<u>2,99±1,12</u> 1,93	<u>3,45±1,04</u> 1,8	<u>1,34±0,23</u> 0,41	<u>0,39±0,04</u> 0,06	<u>0,45±0,03</u> 0,05	<u>0,56±0,05</u> 0,08	<u>1,15±0,02</u> 0,04	<u>0,06±0,03</u> 0,05
Грунт	2008	<u>3,74±0,44</u> 1,79	<u>10,04±2,46</u> 10,05	<u>5,21±0,49</u> 1,93	<u>1,77±0,32</u> 1,29	<u>1,3±0,22</u> 0,92	<u>1,37±0,22</u> 0,87	<u>0,87±0,15</u> 0,62	<u>0,99±0,21</u> 0,86	<u>0,19±0,04</u> 0,15
	2009	<u>3,53±0,29</u> 1,35	<u>10,83±2,4</u> 11,28	<u>4,75±0,31</u> 1,44	<u>1,56±0,24</u> 1,12	<u>1,5±0,21</u> 1,01	<u>1,13±0,12</u> 0,57	<u>0,76±0,11</u> 0,51	<u>0,98±0,19</u> 0,89	<u>0,12±0,01</u> 0,06

Дослідження часових змін середнього вмісту хімічних елементів (важких металів) у таких овочах, як картопля, морква, буряк та капуста надає можливість говорити про зміни у формуванні екологічної якості овочевої продукції широкого споживання, бо ця продукція вирощена у більшості випадів на приватних присадибних ділянках для власних потреб і майже повсякденно вживається у їжу. Внаслідок цього постає питання накопичення важких металів вже в організмі людини, що може призвести до вельми негативних наслідків та захворювань.

Найбільші значення середнього вмісту та найбільші коливання значень (СКО) визначено для Fe у овочах: у 4-5 разів для буряка, для капусти – у 2-3 рази. Для ґрунту найбільші значення показників є для Mn. У ґрунті визначено перевищення середнього вмісту Pb у порівнянні з овочами – для капусти майже у 2,5 рази.

Характер часових змін вмісту хімічних елементів у зразках картоплі наведено на рис.1. З аналізу цих змін визначено, що зменшується вміст Fe в 1,2 разу, а збільшується вміст Mn майже в 1,5 разу у зразках картоплі 2009 року у порівнянні з 2008 роком. Ці результати можна пояснити кількістю опадів, які сформували складову водного режиму ґрунтів. А відомо, що у посушливі роки рослини акумулюють залізо, а у вологі – манган.

При порівнянні вмісту хімічних елементів у зразках моркви (рис.2) різних років визначено зменшення більшої кількості хімічних елементів, а саме: Fe, Mn, Zn, Cu в 1,5 – 1,2 разу. Однак не спостерігається збільшення середнього вмісту ні для жодного з хімічних елементів.

Якщо оцінити екологічну якість моркви, вирощеної в різних соціально-економічних умовах, тобто в умовах сільської місцевості та урбосистемах (рис.3), то можна визначити зміни її якості у 2009 році як для агросистем приміських зон, так і для урбосистем. Але спостерігається збільшення вмісту хімічних елементів у зразках моркви, вирощеної на чорноземах, типових у сільській місцевості у порівнянні зі зразками, що вирощені в умовах урбосистем у 2008 році Mn у 1,2 разу, а у 2009 році визначено збільшення Fe, Mn та Zn у 1,2 рази. Майже однаковий вміст хімічних елементів за ці роки визначено у моркві, вирощеної у згаданих умовах, для Ni, Pb, Co, Cr та Cd.

Аналіз отриманих даних щодо вмісту хімічних елементів у буряку (рис.4) вказує на зменшення їх кількості у 2009 році тільки для Mn та Fe (майже у 1,5 разу), збільшення вмісту хімічних елементів не визначено. Вміст решти хімічних елементів майже однаковий.

При порівнянні вмісту хімічних елементів у капусті (рис.5) за 2008-2009 роки можна говорити про зміни та деяке покращення її екологічної якості завдяки зменшенню вмісту майже усіх хімічних елементів окрім Cr, де спостерігається збільшення його вмісту майже в 4 рази.

Для порівняльного аналізу формування екологічної якості овочів, вирощених на чорноземі типовому, розраховано коефіцієнт акумуляції важких металів як відношення вмісту певного хімічного елемента в овочі до його вмісту в ґрунті. Результати розрахунків надано на рис. 6-9.

При поелементному порівнянні коефіцієнта акумуляції важких металів у овочах визначається, що протягом двох років акумулюється у всіх овочах найбільше Fe (2008 рік – від 3,3 до 5,7; 2009 рік – від 3,1 до 5,7) та Cu (2008 рік від 1,3 до 3,0; 2009 рік від 1,4 до 5,3). Чіткої закономірності акумуляції хімічних елементів у цих овочах не простежується при порівнянні їх значень протягом двох років. Для картоплі врожаю 2009 року визначено найбільші значення коефіцієнта акумуляції для 8 елементів з 10, окрім Cr. Якщо побудувати акумулятивні ряди для всіх цих овочів, виходячи із значень коефіцієнта акумуляції (враховуються значення >1), то отримаємо такі дані (табл.2):

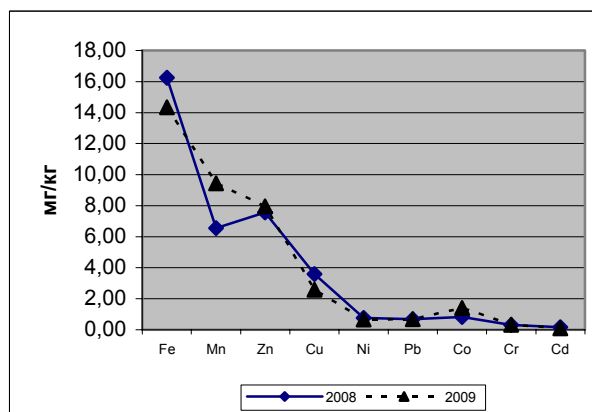


Рис. 1 – Вміст хімічних елементів у зразках картоплі (2008-2009рр.)

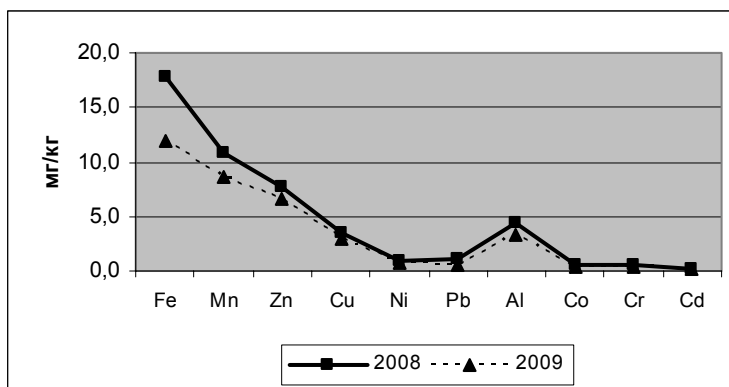


Рис. 2 – Вміст хімічних елементів у зразках моркви (2008-2009рр.)

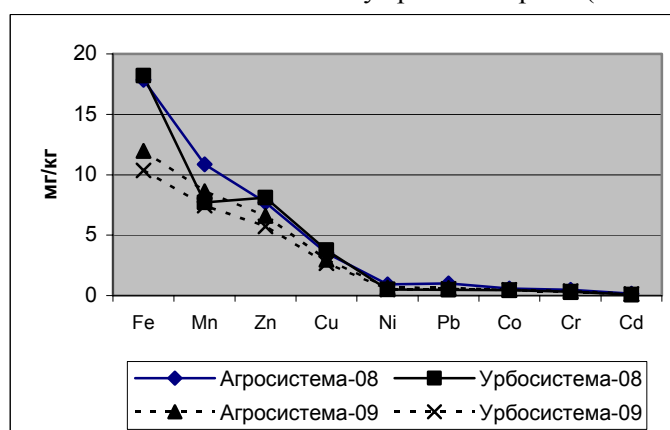


Рис. 3 – Вміст хімічних елементів у зразках моркви, що вирощена в умовах сільської місцевості і урбосистем

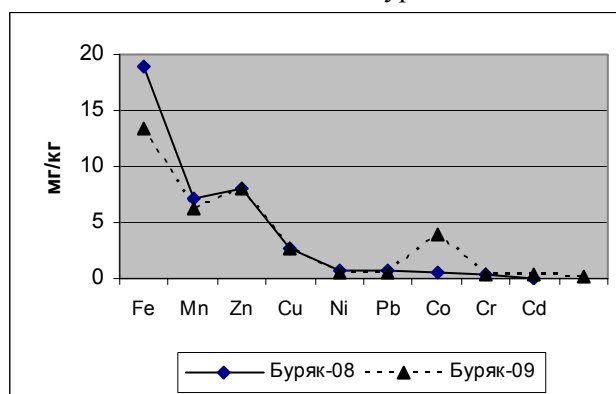


Рис. 4 – Вміст хімічних елементів у зразках буряку (2008-2009 рр.)

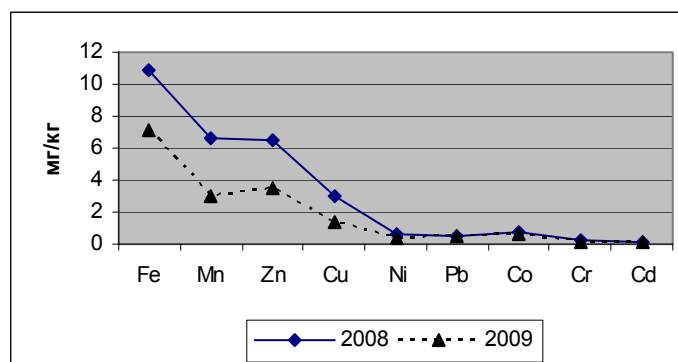


Рис. 5 – Вміст хімічних елементів у зразках капусти (2008-2009 рр.)

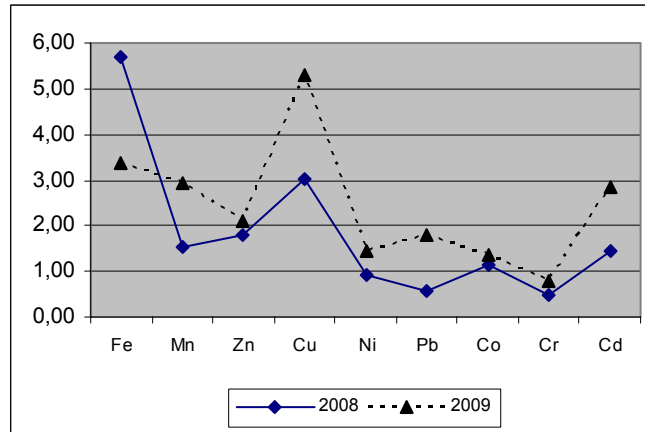


Рис. 6 – Коефіцієнт акумуляції важких металів у зразках картоплі (2008-2009рр.)

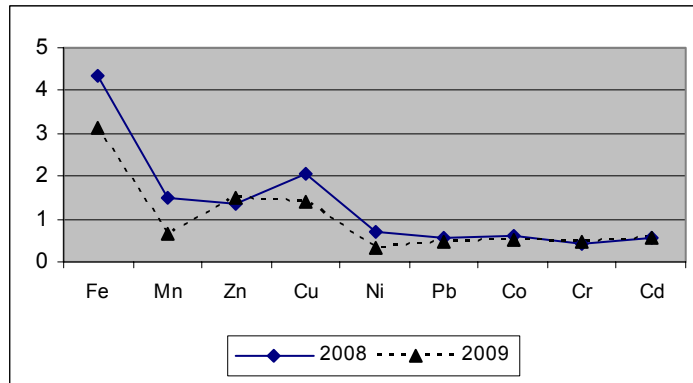


Рис. 7 – Коефіцієнт акумуляції важких металів у зразках моркви (2008-2009рр.)

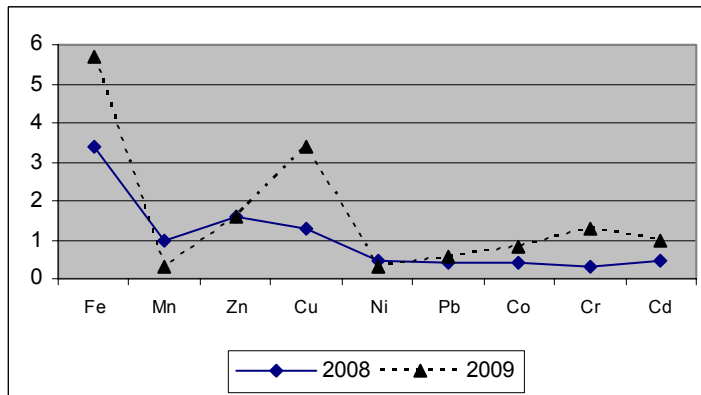


Рис. 8 – Коефіцієнт акумуляції важких металів у зразках буряку (2008-2009рр.)

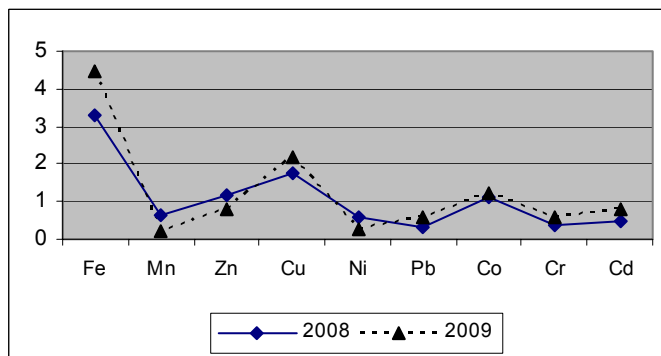


Рис. 9 – Коефіцієнт акумуляції важких металів у зразках капусти (2008-2009 рр.)

Побудова акумулятивних рядів вказує на пріоритетність місця розташування хімічних елементів та формування певних асоціацій хімічних елементів. На першому місці визначено Fe для всіх овочів протягом двох років (окрім картоплі 2009 року), Cu та Zn посідають друге місце. Манган посідає 3-4 місце і зустрічається тут лише у картоплі та моркві. Різні положення в акумулятивних рядах займають Cd, Zn, Pb, Ni, Co.

Таблиця 2 – Акумулятивні ряди у овочах (2008-2009 рр.)

Овочі	2008	2009
Картопля	Fe, Cu, Zn, Mn, Cd, Co	Cu, Fe, Mn, Cd, Zn, Pb, Ni, Co
Морква	Fe, Cu, Mn, Zn	Fe, Zn Cu,
Буряк	Fe, Zn, Cu	Fe, Cu, Zn, Cr
Капуста	Fe, Cu, Zn	Fe, Cu, Al, Co

**Висновки.** Моніторингові трофогеографічні дослідження екологічної якості овочевої продукції, вирощеної в однакових природних умовах, і визначення вмісту важких металів дозволяють зробити такі висновки:

1. Визначена загальна тенденція зменшення вмісту майже всіх важких металів у зразках овочів та ґрунту 2009 року у порівнянні з 2008 роком відповідно.

2. Найбільші значення середнього вмісту та найбільші коливання значень (СКО) визначено для Fe у овочах: для буряку та капусти. Для ґрунту найбільші значення показників є для Mn. У ґрунті визначено перевищення середнього вмісту Pb у порівнянні з овочами.

3. З аналізу акумулятивних рядів для всіх овочів протягом двох років пріоритетним визначено Fe (окрім картоплі 2009 року), Cu та Zn посідають друге місце. Змінні положення у акумулятивних рядах займають Mn, Cd, Zn, Pb, Ni, Co, що свідчить про вплив багатьох різноманітних факторів на хімічний склад рослинної продукції.

4. Моніторингові багаторічні просторово-часові дослідження вмісту хімічних елементів, у т.ч. важких металів, у овочах надають можливість підійти до визначення географічного фону регіонального рівня – північного сходу лісостепової зони України, а також визначити пріоритетні асоціації фоноформуючих важких металів для згаданого регіону.

### Список літератури

1. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас; пер. с англ. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
2. Ильин В. Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
3. Дуглас П. Оморд. Воздействие загрязнения микроэлементами на растения // Загрязнение воздуха и жизнь растений. Под. ред. Майкла Трешоу. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 2003. – 117 с.
4. Фононий вміст мікроелементів у ґрунтах України / За ред. док.с.-г.н. А.І. Фадєєва і к.с.-г.н. Я.В. Пашенка. – Харків: Прапор. – 2003. – 117с.
5. Добровольский Г. В. Экологические функции почвы / Г. В. Добровольский, Е. Д. Микитин. – М.: МГУ, 1986. – 136 с.
6. Некос А. Н. Спільності і відмінності у накопиченні важких металів в рослинній продукції на території країн, розташованих у різних географічних поясах // Людина і довкілля. Проблеми неоекології. – 2009. - №2 (13). – С. 43 – 49.
7. Некос А. Н. Вплив різних геоморфологічних і ґрунтових умов на екологічну безпеку рослинної продукції, що продукується в умовах лісостепу // Метеорологія, кліматологія та гідрологія: Між від. наук. збірник України. – Вид. «Екологія», 2008. – Вип. 50. – Ч. 1. – С. 349 – 353.
8. Некос А. Н. Регіональна зумовленість трофогеографічних закономірностей рослинної продукції широкого вжитку (закономірності екологічної якості рослинних продуктів) // Вісник ХНУ. Сер. Екологія. – 2009. - № 849. – С. 16 – 27.

### Мониторинг экологического качества овощной продукции широкого потребления. Некос А. Н.

*Предоставлены результаты мониторинговых исследований экологического качества овощной продукции широкого потребления (картофеля, моркови, свеклы и капусты), выращенной на частных участках в условиях лесостепной зоны Украины. Определено содержание тяжелых металлов, представлены результаты статистической обработки.*

**Ключевые слова:** трофогеографические исследования, мониторинг, тяжелые металлы, экологическое качество, овощная продукция.

### Ecological quality monitoring of wide consumption vegetable products. Nekos A. N.

*The results of ecological quality monitoring researches of wide consumption vegetable products (potato, carrot, beet and cabbage), reared on private areas in the conditions of forest-steppe area of Ukraine, are given. The content of heavy metals, the results of statistical treatment are given.*

**Keywords:** trofogeography researches, monitoring, heavy metals, ecological quality, vegetable products.