

Л.С. Болуспаева<sup>1\*</sup>, А.Б. Абжалелов<sup>1</sup>,  
Е.Ж. Битманов<sup>1</sup>, С.А. Бакин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Қазақстан, Нұр-Сұлтан қ.

<sup>2</sup>С. Аманжолов атындағы Шығыс Қазақстан университеті, Қазақстан, Өскемен қ.

\*e-mail: boluspaeva82@mail.ru

## ӨСКЕМЕН АУМАҒЫНДА ӨСІРІЛГЕН КӨКӨНІС ДАҚЫЛДАРЫН ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БАҒАЛАУ

Бұл зерттеу жұмысында өнеркәсіптік қала аумағында өсірілген көкөніс дақылдарына экологиялық баға берілген. Химиялық талдауға картоп түйнегі, қызылша тамыры, сәбіз, орамжапырақ және қызанақ іріктелді. Сынамалар қаланың ластану деңгейі әртүрлі аймақтарынан алынды – солтүстік индустриялық аймақтан, солтүстік-шығыс өнеркәсіптік аймақтан, орталық тұрғын үй аймағынан, қала маңындағы аймақтан. Көкөніс дақылдарының дайындалған үлгілерінде ауыр металдардың – Zn, Pb, Cu, Cd мөлшері анықталды. Химиялық талдау нәтижелері Өскемен топырағында өсірілетін көкөністер зерттеліп отырған ауыр металдардың құрамы бойынша айтарлықтай ерекшеленетінін және кейбір аудандарда гигиеналық нормадан асып түсетінін көрсетті. Айта кету керек, топырақтағы ауыр металдардың жоғары концентрациясы өсімдік өнімдерінде толығымен көрінеді. Қызылша мен сәбіз ауыр металдарды жақсы жинақтайды, ал қызанақ оларды аз мөлшерде жинайды екен. Бау-бақша дақылдарында кадмий мен қорғасынның жоғары концентрациясы табылған. Бұл мақалада көкөніс дақылдарындағы ауыр металдардың өзгеру шегі берілген, жинақталу коэффициенттері мен биологиялық сіңіру коэффициенттері есептелген. Жергілікті жағдайларда ұзақ уақыт өсірілген, құрамында ауыр металдардың жоғары мөлшері бар бақша дақылдарын жеу, олардың бірте-бірте ағзада жинақталып, нәтижесінде тұрғындардың денсаулығына кері әсер етуі мүмкін.

**Түйін сөздер:** ауыр металдар, топырақтың ластануы, көкөніс дақылдары, экологиялық бағалау.

L.S. Boluspayeva<sup>1\*</sup>, A.B. Abzhalelov<sup>1</sup>,  
E.Zh. Bitmanov<sup>1</sup>, S.A. Bakin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>L.N. Gumilyov Eurasian National University, Kazakhstan, Nur-Sultan

<sup>2</sup>Sarsen Amanzholov East Kazakhstan University, Kazakhstan, Ust-Kamenogorsk

\*e-mail: boluspaeva82@mail.ru

### Environmental assessment of vegetable crops grown on the territory of Ust-Kamenogorsk

In this research work, an ecological assessment of vegetable crops that were grown on the territory of an industrial city is given. Potato tubers, beet roots, carrots, cabbage heads and tomatoes were selected for chemical analysis. Samples were taken in different pollution zones of the city – in the northern industrial zone, in the northeastern industrial zone, in the central residential zone, in the suburban zone. In the prepared samples of vegetable crops, the content of heavy metals – Zn, Pb, Cu, Cd was determined.

The results of chemical analysis showed that vegetables grown on the soils of Ust-Kamenogorsk differ greatly in the content of the studied heavy metals and in some areas exceed the hygienic norm. It should be noted that high concentrations of heavy metals in the soil are fully reflected in plant products. It turned out that beets and carrots are good accumulators of heavy metals, while tomatoes accumulate them to a lesser extent. High concentrations of cadmium and lead have been found in horticultural crops. In this article, the limits of variation of heavy metals in vegetable crops are given, the accumulation coefficients and biological absorption coefficients are calculated.

**Key words:** heavy metals, soil pollution, vegetable crops, environmental assessment.

А.С. Болупаева<sup>1</sup>, А.Б. Абжалелов<sup>1</sup>, Е.Ж. Битманов<sup>1</sup>, С.А. Бакин<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Казахстан, г. Нур-Султан

<sup>2</sup>Восточно-Казахстанский университет им. С. Аманжолова, Казахстан, г. Усть-Каменогорск  
e-mail: boluspaeva82@mail.ru

### Экологическая оценка овощных культур, выращенных на территории г. Усть-Каменогорска

В данной исследовательской работе представлена экологическая оценка овощных культур, которые были выращены на территории промышленного города. Для проведения химического анализа были отобраны клубни картофеля, корнеплоды свеклы, моркови, кочаны капусты и томаты. Отбор проб проводился на разных участках города: в северной промышленной зоне, в северо-восточной промышленной зоне, в центральной селитебной зоне, в пригородной зоне. В подготовленных пробах овощных культур определено содержание тяжелых металлов -Zn, Pb, Cu, Cd.

Результаты химического анализа показали, что овощи, выращиваемые на почвах г. Усть-Каменогорска, сильно различаются по содержанию исследуемых тяжелых металлов и в некоторых зонах превышают гигиеническую норму. Следует отметить, что высокие концентрации тяжелых металлов в почве в полной мере отражаются на растительной продукции. Оказалось, что свекла и морковь являются хорошими накопителями тяжелых металлов, в то время как, помидоры в меньшей степени аккумулируют их. В огородных культурах обнаружены высокие концентрации кадмия и свинца. В данной статье приведены пределы варьирования тяжелых металлов в овощных культурах, рассчитаны коэффициенты накопления и коэффициенты биологического поглощения.

**Ключевые слова:** почва, овощные культуры, тяжелые металлы, экологическая оценка, загрязнение окружающей среды.

#### Введение

Быстрые темпы развития многих отраслей промышленного производства и увеличение количества транспортных средств привели к химическому загрязнению окружающей среды [1]. Среди них наиболее опасными загрязнителями являются тяжелые металлы [2]. Из-за кумулятивного характера содержание тяжелых металлов в компонентах окружающей среды увеличивается с каждым годом [3].

Определение концентрации тяжелых металлов в почве является основным направлением экологических исследований. Тяжелые металлы встречаются в почве в растворимой форме и в связанном состоянии. Однако только растворимые, обменные и хелатные формы металлов в почвах подвижны и, следовательно, более доступны для растений [4]. Исследования влияния загрязнения почвы на метаболизм растений еще долгое время будут оставаться актуальными. Накопление тяжелых металлов в съедобных частях овощей представляет собой прямой путь их включения в пищевую цепь человека, потому что овощи поглощают тяжелые металлы из почвы, воздуха и воды [5]. Овощи составляют важную часть пищевого рациона человека, в дополнение к этому, они также служат источником витаминов, железа и кальция. Употребление в

пищу зараженных овощей может иметь неблагоприятные последствия для здоровья человека [6], поэтому рекомендуется сосредоточиться на проблеме накопления исследуемых металлов в огородных культурах, которые были выращены в крупных промышленных городах и их воздействии на здоровье жителей [7,8].

Город Усть-Каменогорск является одним из крупнейших промышленных центров Казахстана. Здесь объекты теплоэнергетики, машино- и приборостроения, цветной металлургии, атомно-промышленного комплекса, транспорта, легкой и пищевой промышленности, стройиндустрии, лесопереработки, коммунального хозяйства локализованы на относительно небольшой территории [9].

Пригородное садоводство является неотъемлемой частью городского хозяйства [10,11]. Если учесть, что в сравнительной близости от металлургических предприятий (ТОО «Казцинк», АО «Ульбинский металлургический завод», АО «Усть-Каменогорский титано-магний комбинат») располагаются жилые кварталы индивидуальной застройки с приусадебными огородами, где выращиваются овощи, проблема тяжелых металлов в г. Усть-Каменогорск приобретает конкретный практический смысл. Основная масса картофеля и других овощей возделываются для личного потребления, что даже при

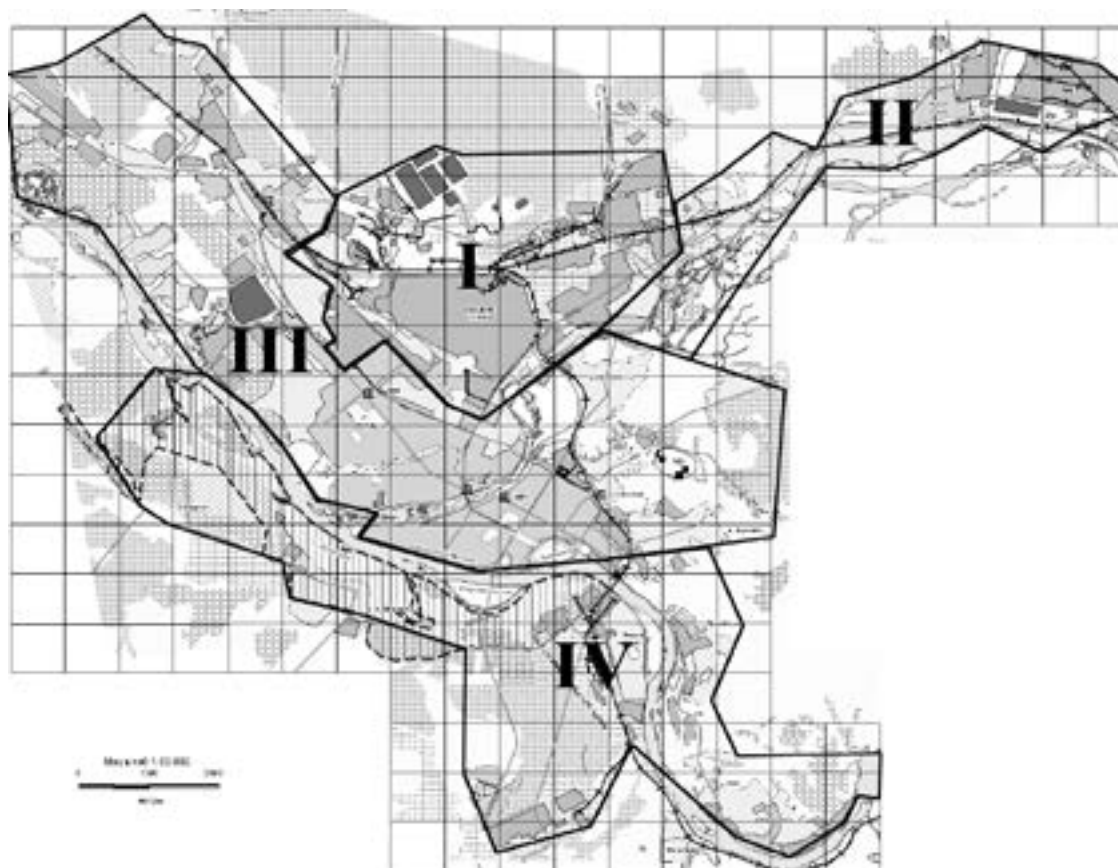
слабом их загрязнении за многолетний период может отрицательно сказываться на здоровье населения.

Тяжелые металлы легко переносятся из почвы в растения, поэтому в овощных культурах, выращенных на загрязненной почве, накапливаются тяжелые металлы и, в конечном итоге, попадают в организм человека по пищевой цепи [12,13]. Также почвы крупных промышленных городов загрязнены Cd, Cu, Pb и Zn. Таким образом, изучение содержания тяжелых металлов в огородных культурах имеет большое значение [14-17].

Целью исследования было определение концентраций свинца (Pb), кадмия (Cd), меди (Cu) и цинка (Zn) в овощных культурах г. Усть-Каменогорска и оценка их пригодности для употребления.

### Материалы и методы

Пробы почв и овощных культур отбирались по всей территории города Усть-Каменогорска. Были выделены четыре зоны: северная промышленная, северо-восточная промышленная, центральная селитебная и пригородная (рисунок 1).



Примечание: I – северная промышленная зона, II – северо-восточная промышленная зона, III – центральная селитебная зона, IV –пригородная зона.

**Рисунок 1** – Карта – схема зон города Усть-Каменогорска

Первая зона – северная промышленная – приурочена к промплощадкам АО AES Усть-Каменогорский ТЭЦ, АО Ульбинский металлургический завод, ТОО «Казцинк» и территориям, непосредственно прилегающим к ним. Следующая зона – северо-восточная промышленная, где располагаются Согринская ТЭЦ и АО Усть-

Каменогорский титано-магниевый комбинат. Третья – селитебная зона, сюда входят жилые кварталы областного центра: многоэтажная застройка. Четвертая зона – пригородная, сюда входят: район комбината шелковых тканей, Левый берег, Аблакетка и жилые массивы, примыкающие к Усть-Каменогорской ГЭС.

Пробы почв отбирались с глубины гумусо – аккумулятивного (0-25 см) слоя. Согласно литературным данным именно в этом слое почвенного покрова локализовано до 80% запасов тяжелых металлов техногенного происхождения. Отобранные почвенные пробы объединялись, перемешивались, просеивались через сито 1 мм и отправлялись в лабораторию для определения количественного содержания тяжелых металлов методом атомной абсорбции.

Нами была использована почвенная карта города Усть-Каменогорска масштаба 1:25000.

Опробованию и анализу подлежали наиболее употребляемые в пищу овощи: клубни картофеля, корнеплоды свеклы, моркови, кочаны капусты и томаты, выращиваемые большинством горожан для личного потребления, как в свежем виде, так и в заготовках впрок. Взятую растительность освобождали от поверхностного загрязнения почвой и пылью, тщательно промывали водопроводной водой и опрыскивали дистиллированной водой. Затем образцы измельчали и высушивали [18].

Количественное содержание тяжелых металлов в исследуемых овощных культурах, определяли атомно-абсорбционным методом. В образцах овощной продукции определены свинец, цинк, медь и кадмий. В качестве гигиенического норматива использовалось допустимое остаточное количество (ДОК) тяжелых металлов для овощных культур (мг/кг сырой массы) [19].

Статистическую обработку данных проводили по Н.А. Плохинскому.

Были рассчитаны следующие эколого-геохимические показатели:

Для оценки распределения элемента между живым веществом и абиотической средой рассчитывали коэффициент биологического поглощения (КБП)

$$КБП = C_p / C_n,$$

где  $C_p$  - содержание элемента в золе растения,  $C_n$  – валовое содержание элемента в почве в месте произрастания растения.

Коэффициент накопления, служащий критерием оценки количества металла, перешедшего из почвы в растение, рассчитывали по формуле:

$$K_n = C_p / C_{\text{кисл}}$$

где  $C_p$  – содержание элемента в растении,  $C_{\text{кисл}}$  – содержание кислоторастворимой формы металла в почве.

### Результаты и их обсуждение

Пределы содержания тяжелых металлов в исследуемых овощных культурах, которые были выращены в районе Усть-Каменогорска, сильно варьируются. Во многих пробах содержание тяжелых металлов превышает их гигиеническую норму (таблица 1).

Таблица 1 – Тяжелые металлы в овощных культурах и почвах г.Усть-Каменогорска, мг/кг сырой массы

| Металл | Валовое содержание тяжелых металлов в почве, мг/кг (n=328) | Содержание кислоторастворимой формы тяжелых металлов в почве | Овощные культуры              |                                |                                |                                |                                | ДОК  |
|--------|--|--|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|
|        |  |  | Капуста                       | Морковь                        | Картофель                      | Свекла                         | Томаты                         |      |
| Cu     | 84,7±2,1   | 15,8±0,3   | <u>2,2-24,3</u><br>10,7(4,2)  | <u>2,8-34,3</u><br>17,2(2,8)   | <u>3,8-26,7</u><br>9,41(6,4)   | <u>3,1-39,5</u><br>24,9(9,9)   | <u>2,1-28,3</u><br>10,4(2,1)   | 10   |
| Zn     | 306,8±17   | 108,6±4,4  | <u>4,8-40,1</u><br>18,2(10,8) | <u>4,8-46,5</u><br>26,1(4,8)   | <u>4,8-36,7</u><br>14,1(7,9)   | <u>15,8-69,7</u><br>35,8(17,9) | <u>4,2-35,2</u><br>17,3(4,2)   | 10   |
| Cd     | 2,49±0,1   | 0,9±0,03   | <u>0,02-0,53</u><br>0,2(0,03) | <u>0,04-0,69</u><br>0,21(0,04) | <u>0,04-0,32</u><br>0,12(0,03) | <u>0,05-0,87</u><br>0,3(0,05)  | <u>0,02-0,41</u><br>0,11(0,03) | 0,03 |
| Pb     | 59,5±0,9   | 12,5±0,2   | <u>0,2-4,0</u><br>1,3(0,2)    | <u>0,3-4,9</u><br>1,6(0,3)     | <u>0,28-2,3</u><br>1,1(1,8)    | <u>0,6-5,8</u><br>2,08(0,7)    | <u>0,2-3,2</u><br>1,04(1,1)    | 0,5  |

**Примечание:** 1) над чертой – пределы колебания, под чертой – средняя арифметическая; в скобках – фон; 2) гигиенический норматив – ДОК по [19].

Выявлено, что содержание меди в овощных культурах варьируется от 2,1 до 39,5, цинка – 4,2-69,7, свинца – 0,2-5,8 и кадмия – 0,02-0,87 мг/кг сырой массы.

Исследуемые овощные культуры располагаются по величине средней концентрации в следующем убывающем ряду:

Медь и цинк: свекла > морковь > капуста > томаты > картофель;

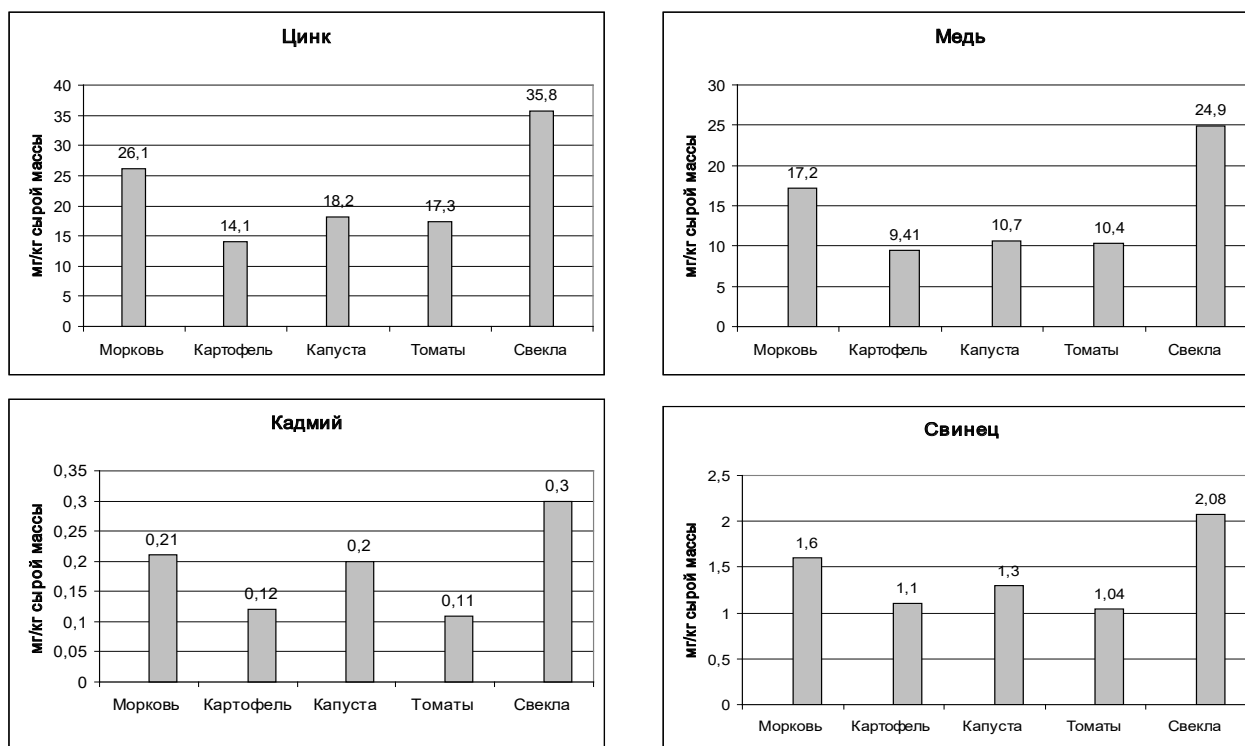
Кадмий и свинец: свекла > морковь > капуста > картофель > томаты.

Широкий предел колебаний содержания тяжелых металлов в растениях связан с физико-химическими свойствами рассматриваемых нами элементов, разной физиологической ролью в

процессах метаболизма, особенностями в возделывании овощных культур, уровнем загрязнения почвы и различной их буферной способностью.

Установлено, что картофель и томаты лучше ограничивают поступление тяжелых металлов из загрязненной почвы в органы растений, в то время как свекла и морковь накапливают их в большей степени, что также подтверждается данными других исследований [20].

Высокие содержания тяжелых металлов в почве нашли отражение в растительной продукции. Таким образом, среднее содержание меди, цинка, кадмия и свинца во многих образцах овощных культур равняется или больше допустимого остаточного количества (рисунок 2).



Примечание: допустимое остаточное количество (ДОК)

Рисунок 2 – Превышение ДОК тяжелых металлов в овощных культурах г. Усть-Каменогорска, мг/кг

Нужно принять во внимание, что представленные гигиенические нормативы (ДОК) являются условными. Так, ДОК в Казахстане для кадмия в овощах жестче ПДК, принятых в других странах (0,03 против 0,05 мг/кг).

Выявлено, что в 100 % исследуемых проб столовой свеклы свинец превышает ДОК (0,5 мг/кг).

В 100 % исследованных проб моркови, столовой свеклы и картофеля, в 90,4 % проб капу-

сты и в 78,8 % проб томата наблюдается превышение ДОК по кадмию (0,03 мг/кг).

Цинк превышает ДОК (10 мг/кг) в 100 % проб столовой свеклы и моркови.

Медь превышает ДОК (10 мг/кг) в 90 % исследуемых проб столовой свеклы и 80 % исследуемых проб моркови.

Исследования показали, что в пробах огородных культур среднее содержание свинца превышало фоновый уровень от 2,9 до 6,5 раза, кадмия

от 3,6 до 6,6 раза, цинка от 1,6 до 5,4 раза, меди от 1,5 до 6,1 раз.

Принимая во внимание отсутствие ответственных систематизированных сведений о фоновом содержании тяжелых металлов в огородных культурах, для сравнения приводим данные российских авторов (таблица 2).

Анализ полученных нами данных количества тяжелых металлов в огородных культурах г. Усть-Каменогорска показывает, что содержание в них исследуемых элементов значительно выше фоновых значений, предложенных российскими учеными.

Помимо влияния почвенных факторов, поглощение металлов разными растениями также неодинаково. Обнаружен значительный разброс концентраций металлов в зависимости от их локализации в тканях растений, видов растений и даже сортов одного и того же вида [22].

Результаты лабораторных исследований показывают, что разные виды овощных культур накапливают различное количество тяжелых металлов даже с учетом их произрастания в одних и тех же условиях окружающей среды (таблица 3,4).

**Таблица 2** – Фоновое содержание тяжелых металлов в картофеле и овощах, мг/кг сырой массы (n=8-12) [21]

| Наименование овощной культуры | Cu        | Cd         | Zn      | Pb        |
|-------------------------------|-----------|------------|---------|-----------|
| Картофель                     | 0,21-0,50 | 0,01-0,06  | 1,3-3,1 | 0,04-0,19 |
| Капуста                       | 0,11-0,23 | 0,005-0,04 | 0,8-1,9 | 0,05-0,29 |
| Томат                         | 0,18-0,69 | 0,005-0,03 | 1,1-2,3 | 0,06-0,15 |
| Свекла                        | 0,67-1,44 | 0,03-0,07  | 4,1-5,5 | 0,07-0,21 |
| Морковь                       | 0,23-0,68 | 0,005-0,04 | 1,8-2,7 | 0,07-0,20 |
| Лук                           | 0,28-0,89 | 0,005-0,06 | 1,8-4,2 | 0,04-0,24 |

**Таблица 3** – Тяжелые металлы в огородных культурах из северной индустриальной зоны Усть-Каменогорска, мг/кг сырой массы (почва лугово-черноземная суглинистая)

| Тяжелые металлы | Огородная культура        |                          |                          |                           |                          |
|-----------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|
|                 | Капуста                   | Картофель                | Морковь                  | Свекла                    | Томаты                   |
| Zn              | <u>16,8-40,1</u><br>29,2  | <u>10,6-36,7</u><br>20,9 | <u>24,5-52,9</u><br>35,1 | <u>36,7-69,7</u><br>52,68 | <u>15,8-35,2</u><br>22,5 |
| Cu              | <u>10,2-24,3</u><br>18,03 | <u>6,4-26,7</u><br>12,7  | <u>13,1-38,6</u><br>25,5 | <u>19,8-59,7</u><br>36,63 | <u>8,3-28,3</u><br>16,86 |
| Cd              | <u>0,10-0,53</u><br>0,29  | <u>0,07-0,32</u><br>0,1  | <u>0,18-0,69</u><br>0,37 | <u>0,19-0,87</u><br>0,46  | <u>0,08-0,41</u><br>0,17 |
| Pb              | <u>1,1-4,0</u><br>2,15    | <u>0,71-2,3</u><br>1,4   | <u>1,6-4,9</u><br>2,8    | <u>1,9-5,8</u><br>3,4     | <u>0,8-3,2</u><br>1,74   |

**Таблица 4** – Тяжелые металлы в огородных культурах из восточной пригородной зоны Усть-Каменогорска, мг/кг сырой массы (почва луговато-черноземная тяжелосуглинистая)

| Элемент | Культура                 |                         |                          |                          |                           |
|---------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|
|         | Морковь                  | Картофель               | Капуста                  | Томаты                   | Свекла                    |
| Cu      | <u>2,8-12,1</u><br>13,1  | <u>3,8-12,5</u><br>6,2  | <u>2,2-7,5</u><br>4,4    | <u>2,1-8,9</u><br>5,34   | <u>9,9-20,4</u><br>14,82  |
| Zn      | <u>4,8-24,3</u><br>16,42 | <u>4,8-13,2</u><br>8,8  | <u>4,8-13,2</u><br>9,4   | <u>4,2-15,7</u><br>10,24 | <u>17,5-29,2</u><br>22,76 |
| Pb      | <u>0,3-1,1</u><br>0,66   | <u>0,32-1,46</u><br>0,9 | <u>0,2-1,3</u><br>0,62   | <u>0,3-1,1</u><br>0,68   | <u>0,6-1,9</u><br>1,16    |
| Cd      | <u>0,04-0,21</u><br>0,11 | <u>0,08-0,18</u><br>0,1 | <u>0,02-0,16</u><br>0,06 | <u>0,03-0,20</u><br>0,05 | <u>0,05-0,28</u><br>0,16  |

Наибольшие концентрации тяжелых металлов обнаружены в овощных культурах, которые были выращены на дачных участках, расположенных близко к северной промышленной зоне Усть-Каменогорска.

Из данных таблицы видно, что в исследуемых культурах, которые выращены в северной промышленной зоне, среднее содержание тяжелых металлов превышает как таковое в восточном пригороде в 1,0- 4,8 раза.

Среднее содержание тяжелых металлов во всех исследованных культурах с территории северной индустриальной зоны города Усть-Каменогорска превышает допустимое остаточ-

ное количество по следующим показателям: РЬ- в 2,8-6,8 раза, Zn- в 2,09-5,3 раза, Cu-1,3-3,7 раза, Cd-в 3,3-15,3 раза.

Количественное содержание тяжелых металлов во всех образцах изученных культур из северной индустриальной зоны, превышает ДОК. Среднее содержание меди в моркови превышает ДОК в 2,5 раза, в картофеле-1,2 раза, в капусте-1,8 раза, в свекле –3,6 раза.

У изучаемых огородных культур различаются коэффициенты биологического поглощения, которые позволяют косвенно судить и о поведении химических элементов в системе почва-растение (таблица 5).

**Таблица 5** – Средние коэффициенты биологического поглощения химических элементов огородными культурами

| Элемент | Морковь | Картофель | Капуста | Томаты | Свекла |
|---------|---------|-----------|---------|--------|--------|
| Zn      | 0,09    | 0,04      | 0,06    | 0,06   | 0,17   |
| Cu      | 0,20    | 0,11      | 0,13    | 0,12   | 0,29   |
| Cd      | 0,03    | 0,02      | 0,02    | 0,02   | 0,03   |
| Pb      | 0,08    | 0,05      | 0,08    | 0,04   | 0,12   |

Данные представленные в таблице 5, коэффициенты биологического поглощения тяжелых металлов изученных растений имеют колебания от 0,02 до 0,29. В соответствии с рядами биологического поглощения элементов А.И. Перельмана [23] изучаемые тяжелые металлы относятся к двум рядам. По величине коэффициента биологического поглощения свинец, кадмий и цинк во всех культурах относится к ряду элементов слабого захвата и слабого нако-

пления, за исключением коэффициента биологического поглощения цинка в свекле – среднего захвата и слабого накопления. К элементам слабого накопления и среднего захвата относят и медь.

В исследованиях других авторов также имеются данные о высоком содержании изучаемых химических элементов в огородных культурах, которые выращены на загрязненных территориях [24-26].

**Таблица 6** – Коэффициент загрязнения исследуемых культур

| Наименование | Морковь | Свекла | Картофель | Томаты | Капуста |
|--------------|---------|--------|-----------|--------|---------|
| Zn           | 2,6     | 3,6    | 1,14      | 1,73   | 1,82    |
| Cu           | 1,72    | 2,49   | 0,9       | 1,04   | 1,07    |
| Cd           | 7,0     | 10     | 4,0       | 3,6    | 6,6     |
| Pb           | 3,2     | 4,2    | 2,2       | 2,08   | 2,6     |
| ΣКзагр.      | 14,5    | 20,3   | 8,24      | 8,6    | 12,1    |

Исследованные огородные культуры согласно среднему коэффициенту загрязнения (Кзагр.) составляют следующий убывающий ряд: свекла (20,3) > морковь (14,5) > капуста (12,1) > томаты (8,6) > картофель (8,24) (таблица 6).

В соответствии с проведенными исследованиями, у разных огородных культур степень накопления Zn, Cu, Cd, Pb зависит от биологических особенностей культуры (таблица 7).

Согласно таблице 7, у свеклы и моркови выявлены самые высокие коэффициенты накопления, а для томатов характерны самые низкие. По

величине коэффициентов накопления тяжелые металлы можно представить в следующем убывающем порядке: Cu>Zn>Cd>Pb.

Таблица 7 – Средние коэффициенты накопления тяжелых металлов огородными культурами

| Химический элемент | Капуста | Свекла | Картофель | Морковь | Томаты |
|--------------------|---------|--------|-----------|---------|--------|
| Zn                 | 0,21    | 0,33   | 0,16      | 0,3     | 0,16   |
| Cu                 | 0,68    | 1,57   | 0,59      | 1,09    | 0,66   |
| Cd                 | 0,22    | 0,33   | 0,13      | 0,23    | 0,12   |
| Pb                 | 0,1     | 0,17   | 0,09      | 0,13    | 0,08   |

Исследуемые огородные культуры согласно коэффициенту накопления размещаются в следующий ряд: свекла> морковь >капуста> картофель >томаты.

### Выводы

1) Исследования показали, что среднее содержание тяжелых металлов в пробах свеклы, моркови, капусты, картофе-

ля и томатов превышают гигиеническую норму.

2) Наибольшим аккумулятором тяжелых металлов является свекла и морковь, наименьшим томаты.

3) Наиболее загрязненными оказались огородные культуры, выращенные в садово-огородных кооперативах и в частном секторе прилегающих к северной промышленной зоне, что вызывает экологический риск для здоровья населения.

### Литература

1. Янтурин С.И., Прошкина О.Б. Содержание тяжелых металлов в овощах, произрастающих в различных районах промышленного центра черной металлургии // Фундаментальные исследования. – 2012. – № 9. – С. 595-597.
2. Järup L. Hazards of heavy metal contamination // British Medical Bulletin. -2003. -Vol. 68. – P. 167–182.
3. Машанов А., Речкина Е.А., Губаненко Г.А. Биологическая безопасность пищевых продуктов // Краснояр. гос. аграрный ун-т. – 2016. – С. 117-122.
4. Hector F. M., Oscar R. M., Enrique M. S., Ma-Del C. O. B., Ana L. B. O. Heavy metals in agricultural soils and irrigation waste water of Mixquiahuala // African Journal of Agricultural Research. -2011. No 6(24). – P. 5505 – 5511.
5. Khan S., Cao Q., Zheng Y. M., Huang Y. Z., Zhu Y. G. Health risks of heavy metals in contaminated soils and food crops irrigated with wastewater in Beijing, China // Environmental Pollution. -2008. Vol. 152, No 3. – P. 686–692.
6. Karimov X.N., Riskieva X.T., Mirsodikov M.M. Determination of organochlorine insecticide residues in different types of soil, water and plants of Zarafshan valley // The Way of Science. International scientific journal.– 2016. -Vol. I, No 9. – P. 49-54.
7. Christopher A. E., Miranda I. D., Bassey F. I. Distribution of heavy metal in leaves, stem and roots of Fluted Pumpkin (*Telfairia Occidentalis*) //Journal Nutrition. -2009. No 8. -P. 222 – 224.
8. Khairiah J., Zalifah M. K., Yin Y. H., Aminah A. The uptake of heavy metal by fruit vegetables grown in selected agricultural areas //Journal of Biological Science. -2004. No 7(8). -P. 1438 – 1442.
9. Федоров Г.В. Отчет по теме: «Проведение комплексного геоэкологического исследования территории и здоровья населения города Усть-Каменогорска». -2004. –Т. 1.
10. Раупова Н.Б. Biology and bonitation typical sierozems // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. -2016. -С. 93–95.
11. Раупова N. Humus state and biological activite of main types of Uzbekistan soils // European journal of research. -2017. No 6. -P. 69–77.
12. Раупова Н.Б., Ходжимуродова Н.Р., Гуломова Н.С. Season dynamics of energy activity of typical seasons of the Chirchik – Angrian basin // Хоразм Маъмун академияси Ахборотномаси. -2019. – № 3 (1). -С. 18–19.
13. Chiroma T. M., Ebewele R.O., Hymore F.K. Comparative assesement of heavy metal levels in soil, vegetables and urban grey waste water used for irrigation in Yola And Kano // International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES). -2014. No 3. – P. 1-9.



14. Woszczyk M., Spychalski W., Boluspaeva L. Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan-implications for the assessment of environmental quality// *Environmental Monitoring and Assessment*. -2018. No 6. –P.1-16
15. Панин М.С., Гельдымамедова Э.А. Тяжелые металлы в огородных культурах г. Павлодара// *Актуальные проблемы геохимической экологии, Материалы V Международной биогеохимической школы*. -2005. – С. 388-392.
16. Панин М.С., Гельдымамедова Э.А. Свинец в почвах и овощных культурах г. Павлодара // *Вестник СГУ*. – 2006. -№1. – С. 55-62.
17. Панин М.С., Гельдымамедова Э.А. Медь и цинк в почвах и овощных культурах г. Павлодара // *Вестник ПГУ. Серия химико-биологическая*. – 2006.- №1. – С. 42-50.
18. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв при контроле загрязнения окружающей среды металлами. – М.: Метеоиздат, 1982. – С. 109.
19. Найштейн С.Я., Меренюк Г.В., Чегринцев Г.Я. Гигиена окружающей среды и применение удобрений. – Кишинев: Штинница.- 1987. – С. 143.
20. Панин М.С. Эколого-биогеохимическая оценка техногенных ландшафтов Восточного Казахстана. – Алматы: Эверо, -2000. -С.338.
21. Вернадский В.И. Очерки геохимии. М.: Наука, 1983.–С. 422.
22. Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E. “Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables”. *Water Air Soil Pollut* , – 2019. No 164.
23. Касимов Н.С., Перельман А.И., Евсеев А.В. Экогеохимия городских ландшафтов. – М., 1995. – С. 333.
24. Ara MH., Khan AR., Uddin N., Dhar PK. Health risk assessment of heavy metals in the leafy, fruit, and root vegetables cultivated near Mongla industrial area, Bangladesh // *Hum Environ Heal Prom*, – 2018. No 4. -P. 144–152.
25. Proshad R., Kormoker T., Islam MS., Chandra K. Potential health risk of heavy metals via consumption of rice and vegetables grown in the industrial areas of Bangladesh // *Hum Ecol Risk Assess Int*. – 2019. No 26.- P. 921–943.
26. Gebeyehu HR., Bayissa LD. Levels of heavy metals in soil and vegetables and associated health risks in moja area, Ethiopia // *PLoS ONE*, -2020. No 15 . – P. 1–22.

## References

1. Yanturin, S., Proshkina, O. “Soderzhanie tyazhelyh metallov v ovoshchah, proizrastayushchih v razlichnyh rajonah promyshlennogo centra chernoy metallurgii.” *Fundamental'nye issledovaniya*, no 9 (2012): 595-597.
2. Sandeep, G., Vijayalatha, K., Anitha, T. “Heavy metals and its impact in vegetable crops.” *International Journal of Chemical Studies*, no 7(1) (2019) : 1612-1621.
3. Mashanov, A., Rechkina, E., Gubanenko, G. *Biologicheskaya bezopasnost' pishchevyh produktov*. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk gos. agrarnyj un-t, 2016.
4. Hector, F., Oscar, R., Enrique, M., Ma-Del, O., Ana, L. “Heavy metals in agricultural soils and irrigation waste water of Mixquiahuala, Hidalgo, Mexico.” *African Journal of Agricultural Research*, no 6 (2011) : 5505 – 5511.
5. Hu, Z., Li, J., Wang, H., Ye, Z., Wang, X., Li, Y., Liu, D., Song, Z. “Soil Contamination with Heavy Metals and Its Impact on Food Security in China.” *Journal of Geoscience and Environment Protection*, no 7. (2019). 168-183.
6. Li, X., Li, Z., Lin, C.J., Bi, X., Liu, J., Feng, X. “Health risks of heavy metal exposure through vegetable consumption near a largescale Pb/Zn smelter in central China.” *Ecotoxicol Environ Saf*, no 161(2018): 99–110.
7. Karimov, X., Riskieva, X., Mirsodikov, M. “Determination of organochlorine insecticide residues in different types of soil, water and plants of Zarafshan valley.” *The Way of Science. International scientific journal*, no 31 (2016): 49-54.
8. Imtiaz, A., Faizan, A., Atif, S., Adnan, R., Haipeng, T. “Heavy metals assessment in water, soil, vegetables and their associated health risks via consumption of vegetables, District Kasur, Pakistan.” *SN Applied Sciences* no 3(2021): 552 -563
9. Fedorov, G. *Provedenie kompleksnogo geoekologicheskogo issledovaniya territorii i zdorovya naseleniya goroda Ust'-Kamenogorsk*. Ust'-Kamenogorsk: TOO “EkoservisS, 2004.
10. Raupova, N. “Biology and bonitation typical sierozems.” *Sovremennoe ekologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty racional'nogo prirodopol'zovaniya*, no 3 (2016): 93–95.
11. Raupova, N., Gulomova, Z. “Humus state and biological activite of main types of Uzbekistan soils.” *European journal of research*, no 6 (2017): 69–77.
12. Raupova, N., Hodzhimurodova, N., Gulomova, N. “Season dynamics of energy activity of typical seasons of the Chirchik . Angrian basin.” *Horazm Mamun akademiyasi Ahborotnomasi*, no 3 (2019):18–19.
13. Chiroma, T. “Comparative assesment of heavy metal levels in soil, vegetables and urban grey waste water used for irrigation in Yola And Kano.” *International Refereed Journal of Engineering and Science (IRJES)*, no 3 (2014): 1-9.
14. Woszczyk, M., Spychalski, W., Boluspaeva L. “Trace metal (Cd, Cu, Pb, Zn) fractionation in urban-industrial soils of Ust-Kamenogorsk (Oskemen), Kazakhstan-implications for the assessment of environmental quality.” *Environmetal Monitoring and Assessment*, no 6 (2018): 1-16.
15. Zhong, T., Xue, D., Zhao, L., Zhang, X. “Concentration of heavy metals in vegetables and potential health risk assessment in China”. *Environmental Geochemistry and Health*, no 40 (2017): 313–322.

16. Panin, M., Geldymamedova, E. “Svinec v pochvah i ovoshchnyh kulturah g. Pavlodara.” *Vestnik SGU*, no1 (2006): 55-62.
17. Panin, M., Geldymamedova, E. “Med i cink v pochvah i ovoshchnyh kulturah g. Pavlodar”. *Vestnik PGU*, no1(2006): 42-50.
18. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu polevyh i laboratornyh issledovanij pochv pri kontrole zagryazneniya okruzhayushchej sredy metallami. Moskva: Meteorizdat, 1982.
19. Najshtejn, S., Merenyuk, G., and G. Chegrinec *Gigiena okruzhayushchej sredy i primeneniye udobrenij*. Kishinev: Shtinnica, 1987.
20. Panin, M., *Ekologo-biogeohimicheskaya ocenka tekhnogennyh landshaftov Vostochnogo Kazahstana*. Almaty: Evero, 2000.
21. Vernadskij, V. *Ocherki geohimii*. Moskva: Nauka, 1983.
22. Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E. “Sources of Soil Pollution by Heavy Metals and Their Accumulation in Vegetables”. *Water Air Soil Pollut* , no164 (2019).
23. Kasimov, N., Perelman A., and A. Evseev *Ekogeohimiya gorodskih landshaftov*. Moskva: Nauka, 1995.
24. Ara, MH., Khan AR., Uddin N., Dhar PK. “Health risk assessment of heavy metals in the leafy, fruit, and root vegetables cultivated near Mongla industrial area, Bangladesh”. *Hum Environ Heal Prom*, no 4(2018): 144–152.
25. Proshad, R., Kormoker, T., Islam, MS., Chandra, K. “ Potential health risk of heavy metals via consumption of rice and vegetables grown in the industrial areas of Bangladesh”. *Hum Ecol Risk Assess Int*, no 26 (2019): 921–943.
26. Gebeyehu, HR., Bayissa, LD. “Levels of heavy metals in soil and vegetables and associated health risks in moja area, Ethiopia” *PLoS ONE*, no 15 (2020):1–22.