

ӨӨЖ 546:631.95:504.5  
МРНТИ 31.17.15, 87.26.27  
DOI 10.56525/WKMK6893

## КӨКӨНІСТЕРДЕГІ АУЫР МЕТАЛДАРДЫҢ КОНЦЕНТРАЦИЯСЫН АНЫҚТАУДА АТОМДЫҚ-АБСОРБЦИЯЛЫҚ СПЕКТРОМЕТРИЯНЫ ҚОЛДАНУ

**А.Б. ТАУМОВА**  
**\*А.А. ЕСЕНГУЛОВА**

Марат Оспанов атындағы  
Батыс Қазақстан мемлекеттік  
медицина университеті,  
Ақтөбе қ., Қазақстан  
E-mail: arzhan-91@mail.ru  
yessengulova02@gmail.com

**\*Корреспондент авторы: [yessengulova02@gmail.com](mailto:yessengulova02@gmail.com)**

*Аңдатпа.* Көкөністердегі ауыр металдардың концентрациясы адам денсаулығы үшін маңызды көрсеткіш болып табылады. Ауыр металдардың шекті мөлшерден асып кетуі денсаулыққа зиян тигізуі мүмкін. Көкөністерде ауыр металдардың концентрациясын анықтау азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету және қоршаған ортаны қорғау үшін өте маңызды.

Мақалада өнеркәсіптік кәсіпорындардың әсер ету аймағында өсірілген өсімдік шаруашылығы өнімдерінің экологиялық жағдайына баға берілген. Көкөніс дақылдарындағы ауыр металдардың концентрациясын талдау нәтижесінде ауыр металдардың шекті рұқсат етілген концентрациядан асып түсетіні анықталды. Талдау атомдық абсорбциялық спектрометрдің көмегімен жүргізілді.

Атомдық-абсорбциялық спектрометрия (ААС) – ауыр металдардың концентрациясын анықтауда кеңінен қолданылатын әдіс. Бұл әдіс элементтердің белгілі бір толқын ұзындығындағы жарықты сіңіру қабілетіне негізделген. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісімен көкөністердегі ауыр металдардың концентрациясын анықтау бірнеше қадамнан тұрады. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісі арқылы алынған деректер арнайы бағдарламалық қамтамасыз ету көмегімен талданады. Нәтижелер үлгідегі ауыр металдардың (мысалы, қорғасын, кадмий, мыс, мырыш және т.б.) концентрациясын анықтауға мүмкіндік береді. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдісі көкөністердегі ауыр металдардың концентрациясын анықтауда өте тиімді құрал болып табылады. Оның сезімталдығы, жылдамдығы және дәлдігі оны аналитикалық химияда кеңінен қолдануға мүмкіндік береді.

Көкөністердегі ауыр металдардың концентрациясын анықтау азық-түлік қауіпсіздігі мен адам денсаулығын қорғау үшін маңызды. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия және басқа да заманауи әдістер бұл міндетті дәл және сенімді орындауға мүмкіндік береді. Шекті рұқсат етілген концентрацияларды сақтау арқылы азық-түліктің қауіпсіздігін қамтамасыз етуге болады. Көкөністердегі ауыр металдардың концентрациясын анықтау - азық-түлік қауіпсіздігі мен қоршаған ортаны қорғау, болашақ ұрпақтың экологиялық таза өнімдерді қолдануын қамтамасыз етеді. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия сияқты заманауи аналитикалық әдістер ауыр металдардың концентрациясын дәл анықтауға мүмкіндік береді, бұл өз кезегінде денсаулық пен экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге көмектеседі. Ауыр металдардың концентрациясын төмендету шараларын қолдану арқылы ластанудың алдын алып, азық-түліктің сапасын жақсартуға болады.

**Кілт сөздер:** микроэлементтер; өнеркәсіптік кәсіпорындар; атомдық-абсорбциялық спектрометр; ауыр металдар; хром; топырақ; көкөністер; қызылша; сәбіз; картоп.

**Кіріспе.** Өнеркәсіптің дамуы және өндірістік қалдықтардың көптігі қоршаған ортаның жай-күйіне әсер етері сөзсіз. Азық-түлік химиясының өзекті мәселелерінің бірі - азық-түлік шикізаты мен тамақ өнімдерінің ауыр металдармен ластануы болып табылады. Ауыр металдар қауіпті, өйткені олар жинақталып, құрамы улы қосылыстар түзе алады және тірі организмдердің метаболизм цикліне араласып, адамдар мен жануарларда бірқатар аурулар тудыруы әбден мүмкін [1]. Көкөністердегі микроэлементтер құрамын анықтау өзектілігі химиялық элементтердің мөлшерін реттеу және олардың сапасын бақылаумен байланысты. Элементтер құрамына өндірістік аймақтың табиғат жағдайлары, топырақ түрі, аумақтың жер бедері, жыл мезгілі, антропогендік қызмет және басқа да факторлар әсер етеді. Адам организмінде метаболизмнің бұзылуы организмге келіп түсетін көкөністердің құрамындағы микроэлементтердің мөлшерінің жоғары болуымен ғана емес, сондай-ақ микроэлементтердің жетіспеушілігінен немесе төмен болуынан да туындауы мүмкін. Хром, темір және марганец микроэлементтері картоп, сәбіз және қызылша сияқты көкөніс дақылдарында зерттелген.

Ауыр металдардың ішінде жиі кездесетіні – хром. Хром – адам денсаулығына қажетті маңызды микроэлементтердің бірі. Ол қандағы қант деңгейін реттеуге, көмірсулар алмасуына және басқа да биологиялық процестерге қатысады [2]. Бірақ қаншалықты маңызды элемент болғанымен, ағзада хром мөлшері шамадан тыс артса, қауіпті токсикантқа айналуы мүмкін. Металдардың адам ағзасына енуінің негізгі жолы тамақ қабылдау болғандықтан, ағзаға ену көздеріндегі осы элементтердің мөлшерін бақылау маңызды міндет болып табылады. Биологиялық нысандарды микроэлементтік талдау үшін зертханаларда атомдық-абсорбциялық спектрометрия (ААС) әдісін қолданады.

Атомдық-абсорбциялық спектрометрия – анықталған элементтің бейтарап атомдарымен белгілі бір толқын ұзындығының оптикалық сәулеленуінің селективті жұтылуын (сіңуін) өлшеуге негізделген сандық элементтік талдау әдісі. Бұл әртүрлі шығу тегі бар сұйық сынамаларды талдаудың ең дәл және өнімді физикалық-химиялық әдістерінің бірі. Анықтау шегі төмен болуына байланысты, электртермиялық атомизациясы бар атомдық абсорбциялық спектрометрия әдісі азық-түлік және азық-түлік шикізаты нысандарындағы ауыр металдардың құрамын сенімді және қысқа мерзімде анықтауға мүмкіндік береді [3].

Зерттеудің мақсаты атомдық-абсорбциялық спектрометрияны қолдану арқылы көкөністердің құрамындағы ауыр металдардың концентрациясын анықтау, сондай-ақ олардың мөлшерінің адам ағзасына кері әсер ету деңгейін, салдарын анықтау болып табылады.

**Материалдар мен зерттеу әдістері.** Зерттеу нысаны ретінде Ақтөбе қаласы «Промзона» елді мекенінен қызылша және картоп, «Ақжар 2» ауданында өсетін сәбіз алынды. Алынған зерттеу нысандарының құрамынан азық – түлік гигиенасын бақылауда ең маңызды микроэлементтер болып саналатын марганец және темір металдарының концентрациялары зерттелінді [4].

Көкөністердің элементтік құрамын анықтауда химиялық талдаудың барлық әдістері қолданылады. Көкөністің микроэлементтік құрамы атомдық-абсорбциялық спектрометр көмегімен анықталды. Талдау жүргізу үшін ауада кептірілген көкөністер алынады. Зерттелетін үлгілер алу үшін кептірілген көкөністерді бөлшектер өлшемі 0,1 мм немесе төмен мөлшерге дейін ұнтақтайды. Көкөніс үлгілерін өлшеу аналитикалық таразыда жүзеге асырылды. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия секілді аналитикалық әдістер өлшеу алдында көкөністер үлгісін ерітіндіге айналдыруды талап етеді. Қышқыл және сутек пероксиді қоспасымен ыдырату жүргізілді. Элементтер құрамын анықтау графитті пеші бар атомдық-абсорбциялық спектрометрде жүргізілді. Көкөністердің құрамындағы микроэлементтер құрамын анықтау және оларға талдау жүргізу жағдайларын таңдау үшін стандартты ерітінділер қолданылды. Талдау барысында стандартты ерітінділердегі

микроэлементтер құрамы мен көкөністің құрамындағы микроэлементтер құрамының арасында талдау нәтижелері бойынша айырмашылықтар бар екендігі анықталды. Зерттеу жүргізу нәтижесінде әрбір көкөніс құрамындағы микроэлементтерге алынған нәтиже бойынша градуирленген график тұрғызылды [5].

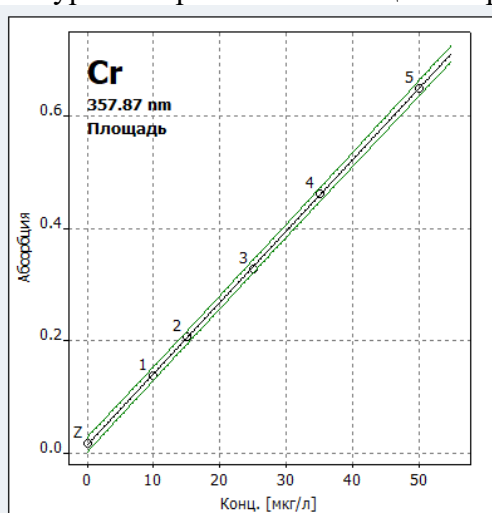
Зерттеу нысанында хром микроэлементіне зерттеу жүргізілді. Үлгілердің минералдануы микротолқынды минералдану жүйесін қолдану арқылы жалпы әдіспен (сутек пероксиді және азот қышқылы ерітіндісінде) жүзеге асырылды. Үлгілерді алдын ала дайындау сатысы анализ жүргізуде қолданылатын реагенттер мөлшерін, ластануды, ыдырау уақытын азайту, жеңіл ұшқыш молекулалық қосылыстар түріндегі элементтерді жоғалту қаупін азайтуға мүмкіндік береді [6].

**Зерттеу нәтижелері.** Зерттеу нәтижесі бойынша 1-кестеде «Промзона» елді мекеніндегі өндірістік аймақтарда өсетін қызылшаның құрамындағы хромның концентрациясы 3,181 мкг/кг құрады, картоптың құрамындағы хромның концентрациясы 1,393 мкг/кг, «Ақжар 2» ауданында өсетін сәбіздің құрамынан 1,415 мкг/кг хромның мөлшері анықталды (1-кесте, 1-сурет) [7].

1-кесте – Көкөніс дақылдарындағы хром мөлшері.

№	Көкөніс атауы	Cr концентрациясы, мкг/кг	Абсорбция
1	Қызылша (промзона)	3.181	0.05537
2	Картоп (промзона)	1.393	0.03268
3	Сәбіз (Ақжар 2)	1.415	0.03295

1-сурет – Хром элементінің калибрлеу графигі.



«Промзона» елді мекеніндегі өндірістік аймақтарда өсетін картоптың құрамындағы марганецтің концентрациясы 4,153 мкг/кг және темірдің концентрациясы 26,80 мкг/кг құрады [8]. 2-кестеде «Промзона» елді мекенінің аймағында өсетін қызылшаның құрамындағы марганецтің концентрациясы 28,62 мкг/кг және темірдің концентрациясы 265,0 мкг/кг болды. «Ақжар 2» ауданында өсетін сәбіздің құрамынан 9,033 мкг/кг марганецтің мөлшері және 40,29 мкг/кг темірдің мөлшері анықталды (2-кесте).

2-кесте – Темір және марганец элементтерінің көкөністердегі мөлшері.

№	Көкөніс атауы	Mn концентрациясы, мкг/кг	Абсорбция	Fe концентрациясы, мкг/кг	Абсорбция
1	Қызылша (промзона)	28.62	0.12091	265.0	0.14778
2	Картоп (промзона)	4.153	0.04551	26.80	0.02564
3	Сәбіз (Ақжар 2)	9.033	0.08767	40.29	0.03256

Өртүрлі аймақтардан жинап алынған көкөніс үлгілерінің микроэлементтік құрамын анықтау нәтижелері бойынша анықталған концентрациялар көкөністердегі элементтер құрамының жоғары диапазоннан аспайды. Fe және Mn мөлшерлері әдебиеттік мәліметтерде көрсетілген мәндерден жоғары болды, мұндай көрсеткіштер көрсетуі аумақтардағы сыртқы факторлардың әсерімен түсіндіріледі [9]. Осыған орай, таңдалған әдістеме ластанған аумақтардағы көкөністердің құрамынан микроэлементтерді анықтауға мүмкіндік береді. 3-кестеде зерттеу нысанының микроэлементтік құрамын анықтамалық мәліметтермен салыстыру жүргізілді.

3-кесте – Көкөніс дақылдарындағы микроэлементтердің мөлшері мен шекті рұқсат етілген концентрациясы.

№	Көкөніс атауы	Cr концентрациясы, мкг/кг	Mn концентрациясы, мкг/кг	Fe концентрациясы, мкг/кг
1	Қызылша (промзона)	3.181	28.62	265.0
2	Картоп (промзона)	1.393	4.153	26.80
3	Сәбіз (Ақжар 2)	1.415	9.033	40.29
4	ШРК	0,2	10	50

**Қорытынды.** Әдебиеттік мәліметтерге сүйене отырып, азық-түлік өнімдерінің құрамындағы микроэлементтердің шекті рұқсат етілген концентрацияларымен салыстыра отырып, өндірістік аймақтардың көкөністің құрамындағы микроэлементтер мөлшерін арттыратындығы байқалады. Атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдістемесі жүзеге асыруда жеткілікті түрде қарапайым және аспаптың жабдықтамасы жоғары өнімділікті қамтамасыз етеді [10, 11].

Қазіргі таңда атомдық-абсорбциялық спектрометрия әдістемесі техногенді жүктемесі бар аймақтарда өсетін өсімдіктердің құрамынан микроэлементтерді зерттеуде кеңінен қолданылып келеді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР

- [1] Юрченко В.И., Каримов Т.К., Кударов С.Е., Молдашев Ж.А., Ган С.Ш., Островский Е.А., Гусев А.В., Коваленко В.А., Шутьев А.Н. Қоршаған ортаның ластануының халық денсаулығына әсері. – В сб.: «Клинические и гигиенические аспекты влияния на организм хрома и других химических веществ». 1 бөлім. Ақтөбе: 1990, 14-17 бет.
- [2] Собенин В.А., Борзунова Е.А., Хаземова Л.А., Макаренко Н.П., Ковальчук А.И., Филиппов С.А. Суды ластау көзі ретінде феррохром шлактарын гигиеналық бағалау. – В кн.: «Гигиена и профпатология в металлургической промышленности». Свердловск: 1991, 45-48 бет.
- [3] Давидович Г.Т., Книжник Е.И., Капустина Н.С. Ақтөбе қаласы аумағының геологиялық және экологиялық жағдайы. – В сб.: «Эколого-гигиенические аспекты охраны окружающей среды и здоровья населения». – Алматы: 1994, 149-155 бет.
- [4] Дильмагамбетов С.Н., Байманова А.Е., Амирова Г.Ж., Есекенова Г.П., Юрченко В.И. Өнеркәсіптік кәсіпорындардың әсер ету аймағындағы топырақтағы кейбір микроэлементтердің мөлшері. – В сб.: «Вопросы гигиены окружающей среды». – Алма-Ата: 1988, 34-37 бет.
- [5] Кударов, С.Е. Ақтөбе қаласының қоршаған ортасының гигиеналық жағдайы және халықтың денсаулығы / С.Е. Кударов, В.И. Юрченко, С.Н. Дильмагамбетов // Гигиена окружающей среды и здоровье человека. – Актюбинск, 1989. 13-1 бет.
- [6] Яковлева, Н.А. Оценка гигиенической безопасности функционирования системы «промышленное предприятие – окружающая среда – здоровье человека» / Н.А. Яковлева, У.К. Киюзаров, Н.А. Айтмухамбетов // Экология и развитие общества: сб. науч. докл. 9 междунар. конф., 19-24 июля 2005 г. – СПб., 2005. 380- 383 бет.

- [7] Хром өндеу өнеркәсібі дамыған аймақтағы қоршаған орта және халықтың денсаулығы // Материалы XI междунар. конф. «Экология и развитие общества», 24-27 мая 2008 г. Под общ. ред. проф. В.А. Рогалева. – СПб.: МАНЭБ, 2008. 264-269 бет.
- [8] Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве. – М.: ИМГРЭ, 1990. 24 бет.
- [9] Методические рекомендации по проведению комплексных обследований и оценке загрязнения природной среды в районах, подверженных интенсивному антропогенному воздействию. – Астана, 2003. 32 бет.
- [10] РД 52.04.186-89. Ауаның ластануын бақылау жөніндегі нұсқаулық.
- [11] ГОСТ 17.4.3.01-83. Табиғатты қорғау. Топырақ. Сынамаға қойылатын жалпы талаптар.

*Таумова А.Б., Есенгулова А.А.*

*Западно-Казахстанский государственный медицинский университет им. М. Оспанова*

### **ПРИМЕНЕНИЕ АТОМНО-АБСОРБЦИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОВОЩАХ**

**Аннотация.** Концентрация тяжелых металлов в овощах является важным показателем здоровья человека. Превышение нормы тяжелых металлов может нанести вред здоровью. Определение концентрации тяжелых металлов в овощах очень важно для безопасности пищевых продуктов и защиты окружающей среды.

В статье дана оценка экологического состояния растительной продукции, выращиваемой в зоне влияния промышленных предприятий. В результате анализа концентрации тяжелых металлов в овощных культурах установлено, что тяжелые металлы превышают ПДК. Анализ проводился с помощью атомно-абсорбционного спектрометра.

Атомно-абсорбционная спектрометрия (ААС) – широко используемый метод определения концентрации тяжелых металлов. Этот метод основан на способности элементов поглощать свет определенной длины волны. Определение концентрации тяжелых металлов в овощах методом атомно-абсорбционной спектрометрии состоит из нескольких этапов. Данные, полученные методом атомно-абсорбционной спектрометрии, анализируются с помощью специального программного обеспечения. Результаты позволяют определить концентрацию тяжелых металлов (например, свинца, кадмия, меди, цинка и др.) в образце. Метод атомно-абсорбционной спектрометрии является весьма эффективным инструментом определения концентрации тяжелых металлов в овощах. Его чувствительность, скорость и точность позволяют широко использовать его в аналитической химии.

Определение концентрации тяжелых металлов в овощах важно для безопасности пищевых продуктов и защиты здоровья человека. Атомно-абсорбционная спектрометрия и другие современные методы позволяют выполнить эту задачу точно и надежно. Безопасность пищевых продуктов можно обеспечить за счет соблюдения предельно допустимых концентраций. Определение концентрации тяжелых металлов в овощах – безопасность пищевых продуктов и защита окружающей среды, обеспечение использования экологически чистой продукции для будущих поколений. Современные аналитические методы, такие как атомно-абсорбционная спектрометрия, позволяют точно определять концентрацию тяжелых металлов, что, в свою очередь, способствует обеспечению безопасности для здоровья и окружающей среды. Загрязнение можно предотвратить и улучшить качество продуктов питания, приняв меры по снижению концентрации тяжелых металлов.

**Ключевые слова:** микроэлементы; промышленные предприятия; атомно-абсорбционный спектрометр; тяжелые металлы; хром; почва; овощи; свекла; морковь; картофель.

**Taumova Arzhan Baidosovna, Yessengulova Albina Akzholovna**

*Marat Ospanov West Kazakhstan Medical University*

## **APPLICATION OF ATOMIC-ABSORPTION SPECTROMETRY IN DETERMINING THE CONCENTRATION OF HEAVY METALS IN VEGETABLES**

**Abstract.** The concentration of heavy metals in vegetables is an important indicator of human health. Excessive amounts of heavy metals can be harmful to health. Determining the concentration of heavy metals in vegetables is very important for food safety and environmental protection.

The article provides an assessment of the ecological state of plant products grown in the zone of influence of industrial enterprises. As a result of the analysis of the concentration of heavy metals in vegetable crops, it was found that heavy metals exceed the MPC. The analysis was carried out using an atomic absorption spectrometer.

Atomic absorption spectrometry (AAS) is a widely used method for determining the concentration of heavy metals. This method is based on the ability of elements to absorb light of a certain wavelength. Determining the concentration of heavy metals in vegetables using atomic absorption spectrometry consists of several stages. Data obtained by atomic absorption spectrometry are analyzed using special software. The results allow you to determine the concentration of heavy metals (for example, lead, cadmium, copper, zinc, etc.) in the sample. The atomic absorption spectrometry method is a very effective tool for determining the concentration of heavy metals in vegetables. Its sensitivity, speed and accuracy allow it to be widely used in analytical chemistry.

Determining the concentration of heavy metals in vegetables is important for food safety and human health protection. Atomic absorption spectrometry and other modern methods make it possible to perform this task accurately and reliably. Food safety can be ensured by observing maximum permissible concentrations. Determining the concentration of heavy metals in vegetables - food safety and environmental protection, ensuring the use of environmentally friendly products for future generations. Modern analytical methods, such as atomic absorption spectrometry, make it possible to accurately determine the concentration of heavy metals, which, in turn, helps ensure safety for health and the environment. Contamination can be prevented and food quality improved by taking steps to reduce heavy metal concentrations.

**Key words:** trace elements; industrial enterprises; atomic-absorption spectrometer; heavy metals; chrome; soil; vegetables; beets; carrots; potatoes.