

УДК 574.2+504.054

**СОДЕРЖАНИЕ МАРГАНЦА В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ
РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, ВХОДЯЩИХ В РАЦИОН
ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА УФЫ**

Афонькина С.Р.

к.х.н., старший научный сотрудник,

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
Уфа, Россия*

Усманова Э.Н.

младший научный сотрудник,

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
Уфа, Россия*

Адиева Г.Ф.

к.б.н., старший научный сотрудник,

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
Уфа, Россия*

Аллаярова Г.Р.

к.б.н., старший научный сотрудник,

*Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека»,
Уфа, Россия*

Аннотация

Проведено исследование массовой концентрации марганца в основных группах растительных продуктов (зерновые, картофель, крупы, бобовые, корнеплоды) методом атомно-абсорбционного анализа. Полученные данные сравнивались с литературными источниками, включая справочник Скурихина И.М. и Тутельяна В.А. (2002), а также электронные базы данных. Результаты показали значительную вариабельность содержания марганца: в зерновых культурах диапазон составил 2,4-46,0 мг/кг при среднем значении $13,1 \pm 11,7$ мг/кг, что частично превышает справочные показатели. Особенно высокие концентрации обнаружены в картофеле (0,86-256,1 мг/кг, среднее $103,2 \pm 112,1$ мг/кг) и корнеплодах (0,72-217,3 мг/кг), что в десятки раз превышает нормативные значения. Крупяные и бобовые культуры демонстрировали более стабильные показатели, соответствующие литературным данным. Выявленные аномалии могут быть связаны с техногенным загрязнением почв или геохимическими особенностями региона выращивания. Полученные результаты подчеркивают важность регулярного мониторинга содержания марганца в сельскохозяйственной продукции для оценки пищевой безопасности.

Ключевые слова: марганец, растительные продукты, атомно-абсорбционный анализ, пищевая безопасность, техногенное загрязнение.

***THE CONTENT OF MANGANESE IN FOOD PRODUCTS OF PLANT ORIGIN
INCLUDED IN THE DIET OF UFA RESIDENTS***

Afonkina S.R.

PhD, Senior Researcher,

Federal Budgetary Institution "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology",

Ufa, Russia

Usmanova E.N.

Junior Researcher,

Federal Budgetary Institution "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology",

Ufa, Russia

Adieva G.F.

PhD, senior researcher,

Federal Budgetary Institution "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology",

Ufa, Russia

Allayarova G.R.

PhD, senior researcher,

Federal Budgetary Institution "Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology",

Ufa, Russia

Abstract

A study of the mass concentration of manganese in the main groups of plant products (cereals, potatoes, cereals, legumes, root vegetables) was carried out by atomic absorption analysis. The data obtained were compared with literary sources, including the reference book by Skurikhin I.M. and Tutelyan V.A. (2002), as well as electronic databases. The results showed significant variability in the manganese content: in grain crops, the range was 2.4-46.0 mg/kg with an average value of 13.1 ± 11.7 mg/kg, which partially exceeds the reference values. Particularly high concentrations were found in potatoes (0.86-256.1 mg/kg, average 103.2 ± 112.1 mg/kg) and root crops (0.72-217.3 mg/kg), which is ten times higher than the standard values. Cereals and legumes showed more stable indicators corresponding to the literature data. The revealed anomalies may be related to man-made soil contamination or geochemical features of the growing region. The results obtained

emphasize the importance of regular monitoring of the manganese content in agricultural products to assess food safety.

Keywords: manganese, plant products, atomic absorption analysis, food safety, technogenic contamination.

Марганец является эссенциальным микроэлементом, участвующим в ключевых метаболических процессах как растений, так и животных организмов [1, 2]. Однако его избыточное поступление с пищевыми продуктами может приводить к нейротоксическим эффектам, что особенно актуально в связи с ростом антропогенного загрязнения окружающей среды [3]. Содержание марганца в растительных продуктах варьируется в зависимости от биологических особенностей культур [4], условий выращивания и возможного техногенного загрязнения почв [5]. В свете этих данных особую актуальность приобретает систематический мониторинг содержания марганца в основных группах пищевых растений с использованием современных аналитических методов, таких как атомно-абсорбционная спектрометрия, доказавшая свою эффективность в подобных исследованиях.

Целью данного исследования был сравнительный анализ массовой концентрации марганца в основных группах растительных продуктов (зерновые, картофель, крупы, бобовые, корнеплоды).

Объектом исследования являлись образцы 4 наименований пищевой продукции (зерновые, крупяные и бобовые продукты, овощная продукция), местного производства и привозные, составляющих основу пищевого рациона жителей города Уфы. Пробы были отобраны в магазинах розничной торговли.

Аналитические исследования отобранных проб проводили в соответствии с действующими методическими указаниями и инструкциями по пробоподготовке и лабораторному контролю в химико-аналитическом отделе ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». Для

разложения проб использован метод микроволновой подготовки при повышенном давлении. Масса навески образца и температурно-временной режим на определенный вид продукции были оптимизированы в соответствии с рекомендациями производителя микроволновой системы Speedwave Xpert (Berghof, Германия). Содержание марганца определяли атомно-абсорбционным методом с использованием спектрофотометра АА модели 240FS с пламенной атомизацией (Varian, Австралия).

Анализ массовой концентрации марганца в различных группах растительных продуктов выявил значительную вариабельность как между категориями, так и внутри них (рис. 1).



Рис. 1 – Сравнение среднего содержания марганца в пищевой продукции растительного происхождения

В зерновых культурах среднее содержание марганца составило $13,1 \pm 11,7$ мг/кг при широком разбросе значений, что отражает существенные различия между образцами. Максимальная концентрация достигала 46,0 мг/кг, тогда как минимальная – 2,4 мг/кг. Сравнительный анализ полученных данных о содержании марганца в зерновых культурах с референсными значениями из авторитетных источников – фундаментального справочника Скурихина И.М. и Тутельяна В.А. [6], современных баз данных health-diet.ru и frs24.ru – показал, что в целом наши результаты соответствуют литературным данным. Однако

обнаруженные максимальные концентрации марганца (до 46,0 мг/кг) в отдельных образцах зерновых культур превышают верхние границы, указанные в справочной литературе. Это расхождение может свидетельствовать о локальном загрязнении почв в местах произрастания данных культур, что требует дополнительного изучения и подтверждения. Полученные результаты подчеркивают важность постоянного мониторинга микроэлементного состава сельскохозяйственной продукции с учетом региональных особенностей.

В картофеле средний уровень марганца оказался значительно выше (103,2 мг/кг), однако вариативность данных была крайне высокой (стандартное отклонение 112,1), что может быть связано как с сортовыми особенностями, так и с техногенным загрязнением отдельных проб. Максимальное значение (256,1 мг/кг) превышало минимальное (0,86 мг/кг) почти в 300 раз. Наши значения значительно выше справочных (в 20–50 раз). Это может объясняться техногенным загрязнением (например, близость промышленных зон) и особенностями почв (кислые почвы усиливают подвижность марганца).

Крупяные изделия демонстрировали более стабильные показатели: среднее содержание марганца $8,4 \pm 5,4$ мг/кг. Диапазон значений варьировался от 2,2 до 14,0 мг/кг. Данные согласуются с литературой, что подтверждает стабильность содержания марганца в крупах.

В бобовых культурах средняя концентрация марганца составила $9,3 \pm 5,0$ мг/кг. Все исследованные образцы находились в диапазоне от 7,7 до 12,0 мг/кг, что может свидетельствовать о меньшей чувствительности этой группы к внешним факторам по сравнению с зерновыми и корнеплодами. Результаты соответствуют справочным данным, что подтверждает низкую вариативность марганца в бобовых.

Морковь и свекла показали сходные средние значения (79,2 и 84,6 мг/кг соответственно), но с высокой вариативностью (стандартные отклонения 82,8 и 91,5). В отдельных пробах моркови содержание марганца достигало 173,1 мг/кг,

тогда как минимальное значение составляло 0,72 мг/кг. Аналогично, в свекле максимум (217,3 мг/кг) значительно превышал минимум (1,6 мг/кг), что подтверждает важность мониторинга геохимического состава почв при выращивании корнеплодов. Полученные концентрации содержания марганца многократно (в 30–80 раз) превышают справочные данные. Это свидетельствует о критической важности регулярного мониторинга геохимического состава почв в зонах возделывания корнеплодов. Выявленные закономерности подчёркивают необходимость разработки специальных агротехнических мероприятий для обеспечения безопасности продукции и минимизации рисков для потребителей.

Проведенное исследование выявило значительную вариабельность содержания марганца в растительной продукции, реализуемой в розничной сети города Уфы. Наибольшие концентрации обнаружены в корнеплодах (до 217,3 мг/кг) и картофеле (до 256,1 мг/кг), что в десятки раз превышает справочные данные. Зерновые и бобовые культуры демонстрировали более стабильные показатели, близкие к литературным значениям. Полученные результаты свидетельствуют о потенциальном техногенном загрязнении почв и необходимости регулярного мониторинга содержания марганца в сельскохозяйственной продукции региона. Особое внимание следует уделить корнеплодам и картофелю как культурам, наиболее подверженным аккумуляции марганца. Результаты исследования подчеркивают важность разработки региональных программ контроля качества пищевой продукции и оптимизации агротехнических практик для обеспечения пищевой безопасности населения.

Библиографический список:

1. Soetan K.O. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review / K.O. Soetan, C.O. Olaiya, O.E. Oyewole // African journal of food science. – 2010. – №4(5). – P.200-222.
2. Акентьева М.И. Влияние марганца на рост и развитие растений / М.И. Акентьева // Успехи молодежной науки в агропромышленном комплексе. – 2022. – С. 5-15.
3. Зайцева Н.В. Некоторые аспекты развития нейротоксических эффектов при воздействии нейротропных химических веществ / Н.В. Зайцева, М.А. Землянова, Ю.В. Кольдибекова, Е.В. Пескова // Экология человека. – 2020. – №3. – С.47-53.
4. Побилат А.Е. Микроэлементы в сельскохозяйственных растениях (обзор) / А.Е. Побилат, Е.И. Волошин // Микроэлементы в медицине. – 2021. – 22(3). – С.3-14.
5. Лукин С.В. Мониторинг содержания марганца, цинка и меди в почвах и растениях Центрально-Черноземного района России / С.В. Лукин, Д.В. Жуйков // Почвоведение. – 2021. – №1. – С.60-69.
6. Скурихин И.М. Химический состав российских пищевых продуктов / И.М. Скурихин, В.А. Тутельян. – М.: ДеЛи принт, 2002. – 236 с.

Оригинальность 75%