



DOI 10.37539/2949-1991.2023.4.4.025

УДК 664 + 543.427.4

**Анучин Сергей Николаевич,**

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
г. Гродно

**Крупская Татьяна Константиновна,**

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
г. Гродно

**Жарнова Ольга Александровна,** к.т.н., доцент,

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
г. Гродно

**Ламински-Ануфрик Ольга Славамировна,** аспирант,

Гродненский государственный университет имени Янки Купалы,  
г. Гродно

## **ПРИМЕНЕНИЕ РЕНТГЕНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА В ОЦЕНКЕ ЭССЕНЦИАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ РЯДА ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

**Аннотация.** В статье проведен анализ содержания биоэлементов в пшеничной муке и зерне, происхождения республик Беларусь и Ирак с применением метода РФА (методика МВН.МН 3272-2009). Показана перспективность введения в рацион питания продуктов на основе пшеничной муки второго сорта М12-25 и иракской муки, что позволит провести профилактику нарушений элементного баланса различных групп населения.



**Ключевые слова:** продукты растительного происхождения, биоэлементы, рентгенофлуоресцентный анализ (РФА), профилактика элементозов, территориальные особенности.

В настоящее время пищевой статус населения большей части СНГ дефицитен по содержанию полиненасыщенных жирных кислот ( $\omega$ -6 и  $\omega$ -3) у 63 %; пищевых волокон – более чем 44 %; минеральных веществ Ca, Fe – более 50 %; дефицит микроэлементов Se, Zn – более 55 %, дефицит витаминов A, E, C, D, группы B, K – более 70 %. Это является причиной распространения алиментарно-зависимых неинфекционных заболеваний в 80 из 100 случаев [1]. В большинстве стран мира зерновые, как основные пищевые продукты служат важнейшими источниками эссенциальных элементов для человека. Так, для стран СНГ вклад зерновых в обеспеченность микроэлементами жителей составляет около 50 %, в Европе – от 20 % до 30 %. Установлена прямая корреляция между уровнями элементов в сыворотке крови населения различных регионов России и содержанием этих элементов в пшенице [2]. Различия в биогеохимических условиях проживания, в частности, разная биодоступность элементов в почвах для растений, составляют важнейшую причину огромных вариаций как в элементном статусе населения разных стран мира, так и в содержании их в основных пищевых продуктах. В целом, уровень потребления микроэлементов человеком зависит от места проживания, интенсивности импорта пищевых продуктов, особенно зерновых, из других регионов [3,4].

**Материалы и методы исследования.** Объектами исследования служили образцы продуктов питания растительного происхождения (мука, зерно), произведённые в республике Беларусь и республике Ирак.

В качестве метода исследования был использован рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) и методика выполнения измерений МВИ.МН 3272-2009 [5]. Общая схема пробоподготовки образцов для рентгенофлуоресцентного анализа представлена на рисунке 1.

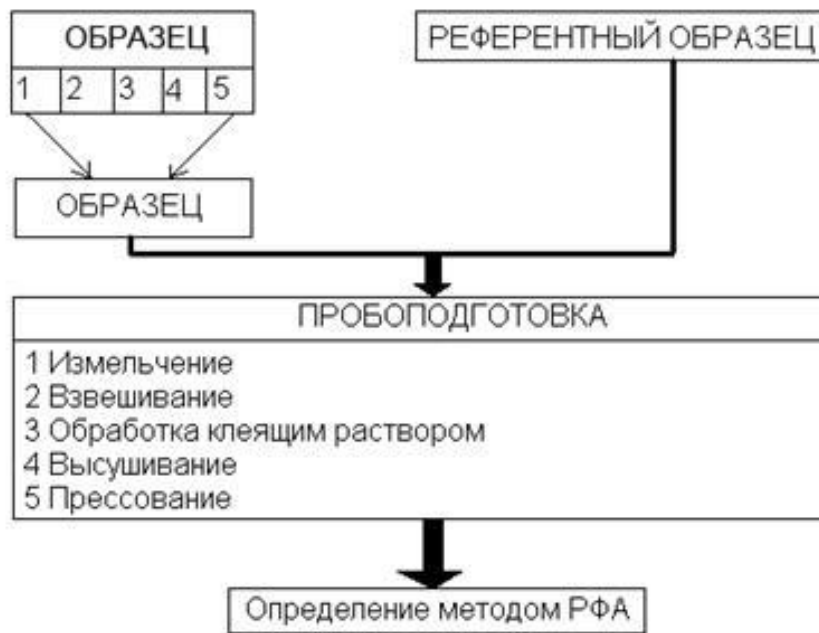


Рис. 1. Схема проведения пробоподготовки образцов для рентгенофлуоресцентного анализа

**Результаты и обсуждение.** В ходе исследования была проведена пробоподготовка для определения элементного состава методом рентгенофлуоресцентного анализа (РФА) по методике МВИ.МН3272-2009: 3 образца пшеничной муки («Мука пшеничная первый сорт М36-30», «Мука пшеничная сорт высший М54-28», «Мука пшеничная второй сорт М12-25») и зерна («Пшеница»), производства Республики Беларусь и 1 образца пшеничной муки («Мука пшеничная») и зерна («Пшеница (полба)»), производства Республики Ирак.

Полученный материал был обработан с помощью статистического пакета программ STATISTICA 10 и Microsoft Excel 2019, рассчитаны медианные значения содержания эссенциальных элементов в продуктах питания, первый и третий квартили. Результаты статистической обработки данных о содержании биоэлементов в образцах муки и зерна представлены на рисунках 2-9.

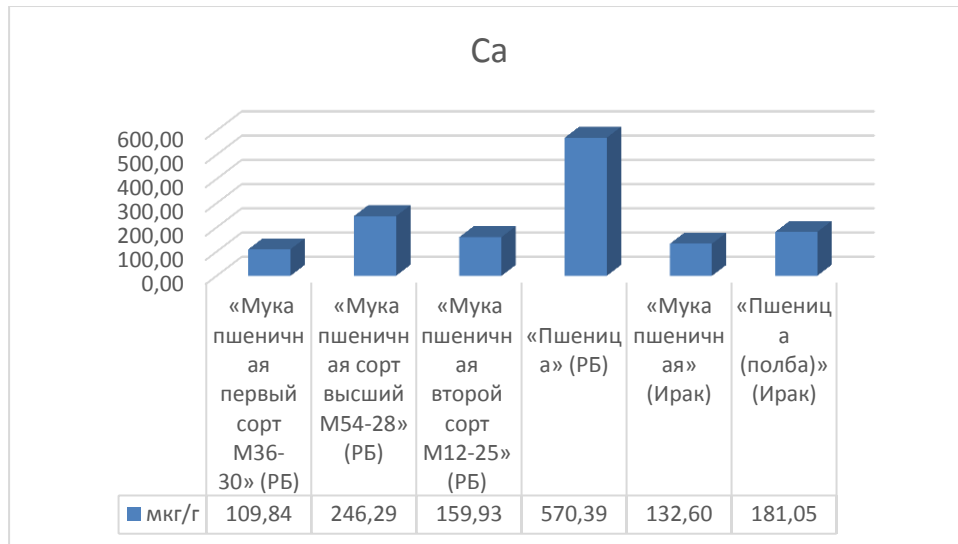


Рисунок 2 – Содержание кальция в образцах муки и зерна

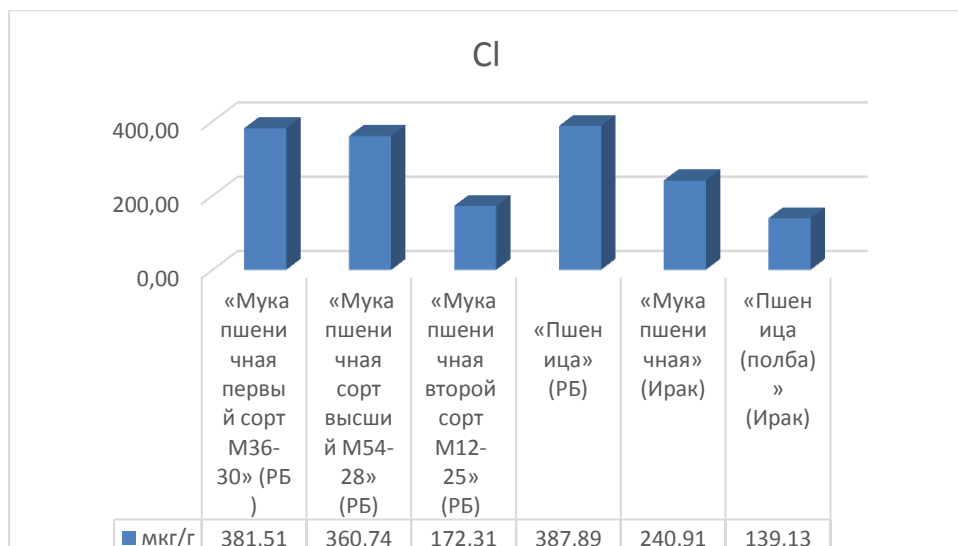


Рисунок 3 – Содержание хлора в образцах муки и зерна

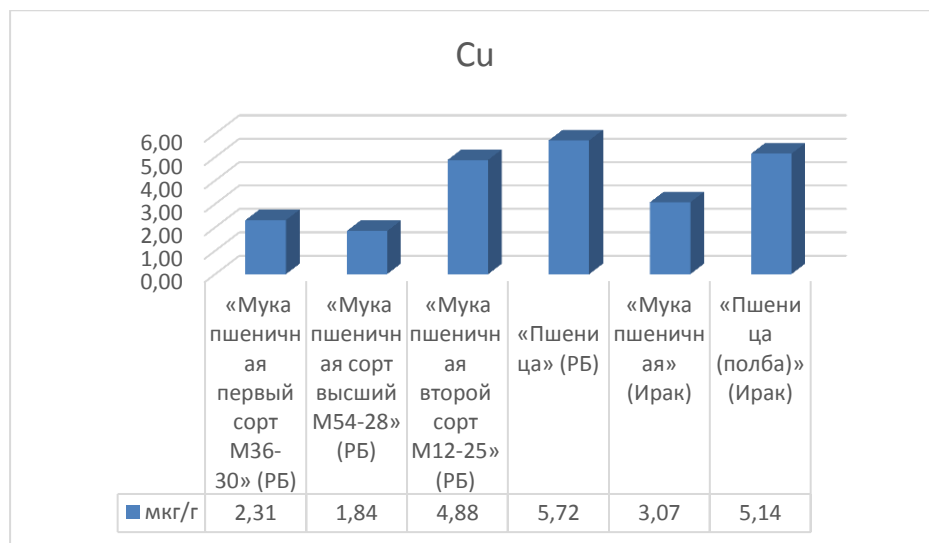


Рисунок 4 – Содержание меди в образцах муки и зерна

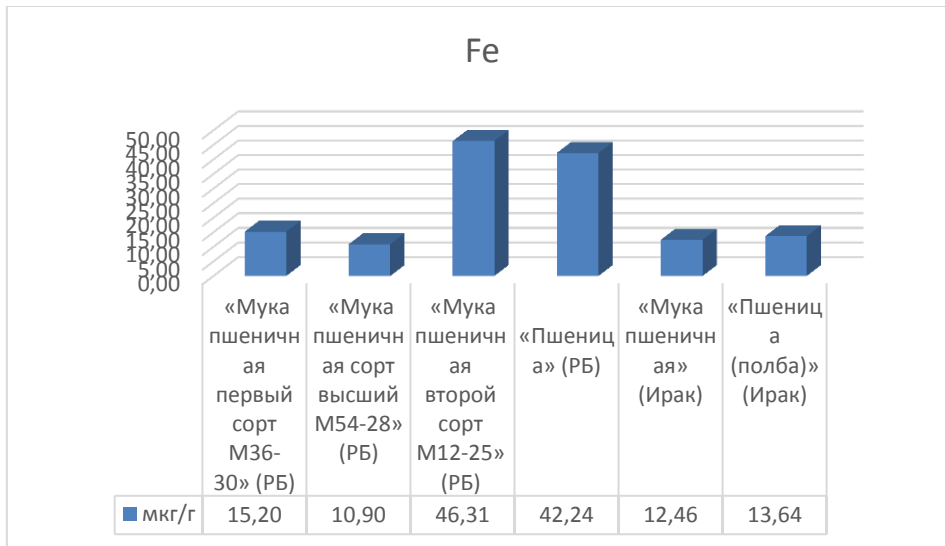


Рисунок 5 – Содержание железа в образцах муки и зерна

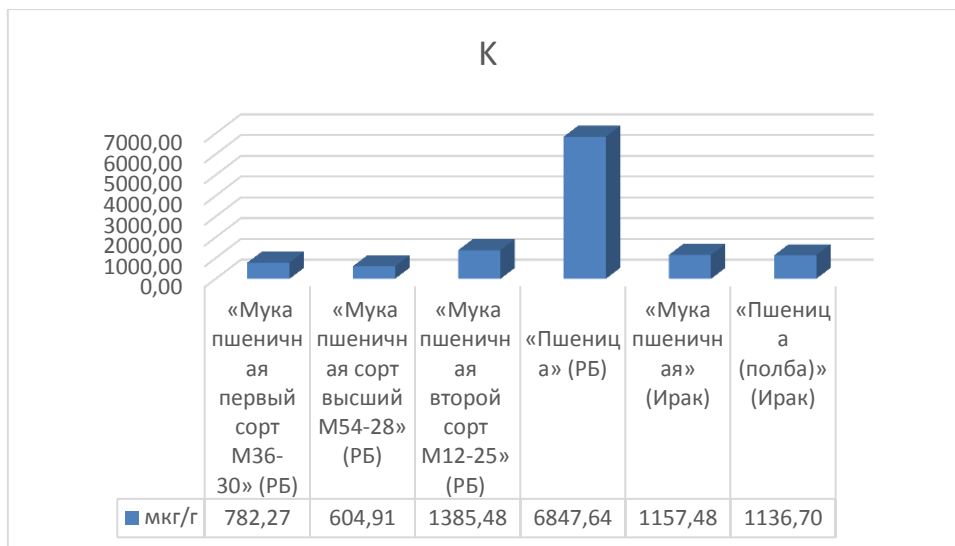


Рисунок 6 – Содержание калия в образцах муки и зерна

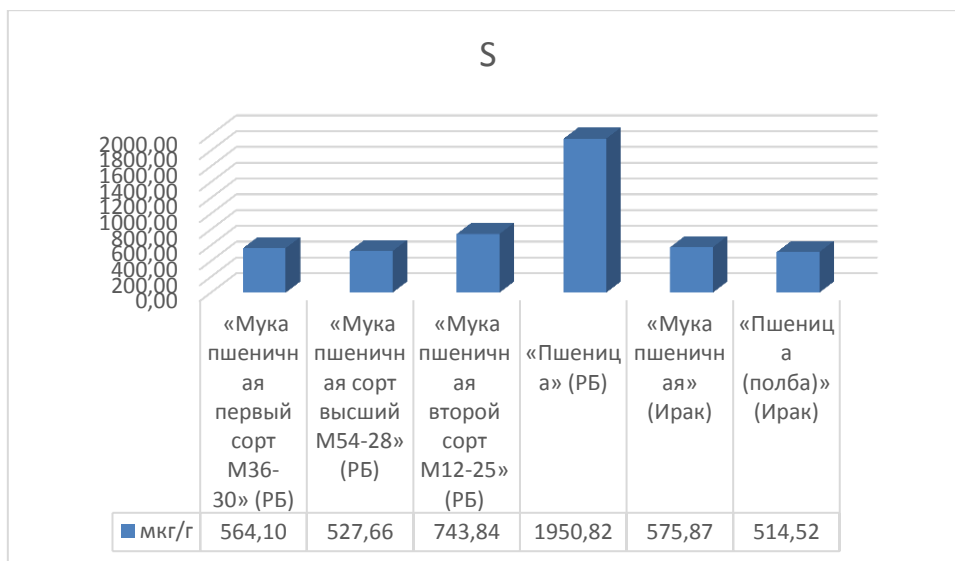


Рисунок 7 – Содержание серы в образцах муки и зерна

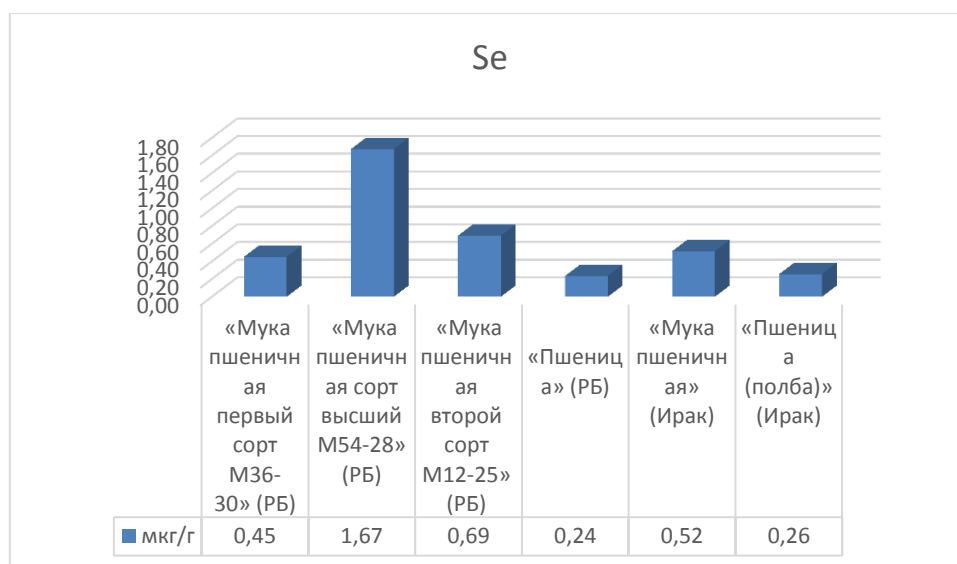


Рисунок 8 – Содержание селена в образцах муки и зерна

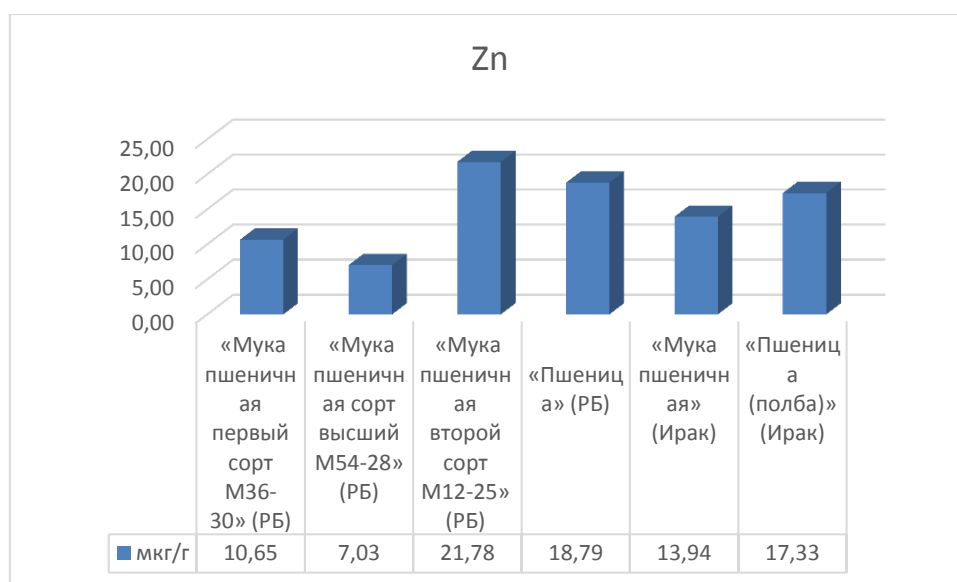


Рисунок 9 – Содержание цинка в образцах муки и зерна

Из данных элементного анализа, представленных на рисунках 2-9, видно, что мука пшеничная, происхождения Ирак, по содержанию кальция (132,60 мкг/г), железа (12,46 мкг/г), калия (1157,48 мкг/г), серы (575,87 мкг/г) и селена (0,52 мкг/г) наиболее близка к муке пшеничной первого сорта марки М36-30, произведенной в Беларуси. Содержание в иракской муке хлора (240,91 мкг/г), в среднем, ниже, а меди (3,07 мкг/г) и цинка (13,94 мкг/г) – выше, чем в образцах белорусского происхождения.



Результаты квартильного анализа данных о концентрациях элементов в образцах пшеничной муки представлены на рисунках 10-17.



Рисунок 10 – Уровень концентрации кальция в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения



Рисунок 11 – Уровень концентрации хлора в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения



Рисунок 12 – Уровень концентрации меди в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения



Рисунок 13 – Уровень концентрации железа в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения

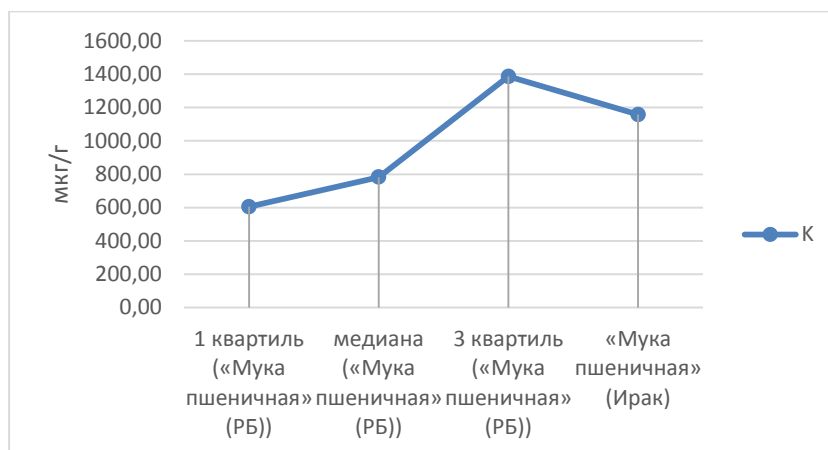


Рисунок 14 – Уровень концентрации калия в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения



Рисунок 15 – Уровень концентрации серы в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения





Рисунок 16 – Уровень концентрации селена в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения

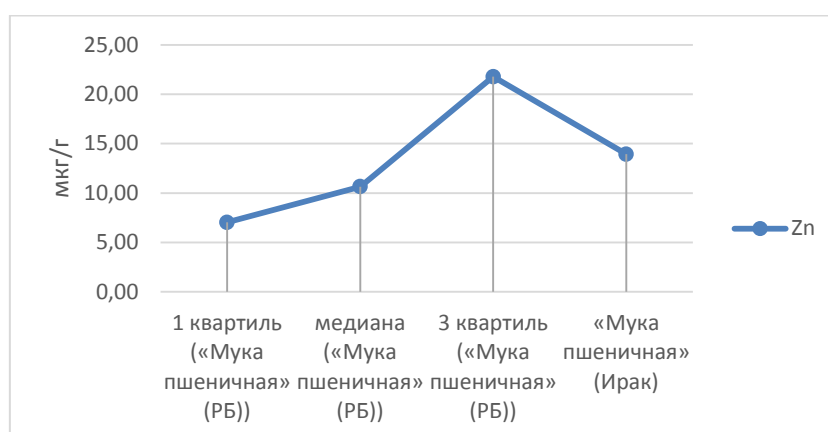


Рисунок 17 – Уровень концентрации цинка в пшеничной муке в зависимости от страны происхождения

Анализ данных, представленных на рисунках 10-17, показал, что в пшеничной муке происхождения Ирак концентрации определяемых элементов (Ca, Cl, Cu, Fe, K, S, Se, Zn) близки или выше значений первого квартиля, рассчитанных для белорусской пшеничной муки. Концентрации меди, калия, серы и цинка в иракской муке попадают в интервал между медианными значениями и значениями третьего квартиля, рассчитанных для образцов муки из РБ.

**Заключение.** Показана возможность применения метода рентгенофлуоресцентного анализа для исследования элементного состава продуктов растительного происхождения в зависимости от региона произрастания (Республика Беларусь и Республика Ирак). Статистическая



обработка данных, полученных в ходе биоэлементного анализа образцов муки показала, что наиболее перспективными при коррекции недостатка макроэлементов является «Мука пшеничная второй сорт М12-25», производства республики Беларусь, а микроэлементов – «Мука пшеничная», производства республики Ирак.

Сравнение концентраций элементов в цельном зерне из Ирака и Беларуси показало, что выращенное в РБ зерно содержит большее количество эссенциальных элементов по сравнению с иракским и, поэтому, является более ценным в пищевом плане сырьём.

*Авторы выражают благодарность Белорусскому республиканскому фонду фундаментальных исследований за финансовую поддержку в выполнении проекта Б21МС-002.*

*Список литературы:*

1. Голубкина, Н.А. Селен в продуктах растительного происхождения / Н.А. Голубкина, П.А. Полубояринов, А.В. Синдирева // Вопросы питания, Т. 86, №2, 2017. С. 63-69. doi: 10.24411/0042-8833-2017-00034.
2. Мартыненко, Я.Ф. Зерновой потенциал Северо-Кавказского региона / Я.Ф. Мартыненко // Известия вузов. Пищевая технология, № 5–6, 2005, С. 8- 10
3. Урубков, С.А. Сравнительное содержание минеральных веществ в безглютеновых культурах / С.А. Урубков, С.С. Хованская, С.О. Смирнов // Индустрия питания - Food Industry. 2020. Т. 5, № 4. С. 60-67.
4. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2. Справочные таблицы / Под ред. Скурихина И.М., Волгарева М.Н. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987, 360 с.
5. Крупская, Т.К. Функциональные хлебобулочные изделия для профилактики микронутриентной недостаточности с учетом региональных особенностей / Т.К. Крупская // Вестник Фонда фундаментальных исследований. – 2017. – № 4. – С. 77-85.