# АКТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ КОРОВЬЕГО МОЛОКА

**Р.ХАМРАКУЛОВ, А.КИСТ, Е.ДАНИЛОВА, А.МИРАХМЕДОВ, А.БУГЛАНОВ, К.С.ДАВРАНОВ**

*Мақолада ультрадисперс кукунлари таъсирида қорамоллар қон ва сути таркибида содир бўлувчи айрим ўзгаришлар тадқиқ қилинган. Олинган натижалар асосида ультрадисперс кукунларининг қорамолларга ижобий таъсир қилиши аниқланган.*

*The article deals with some changes occurred in the structure of blood and milk of cattles under the influence of ultradispers powder. The obtained results enabled to define positive influence of ultradispers powder on cattles.*

---

Элементный состав коровьего молока представляет исключительный интерес как важная составляющая питания, в частности, детского. Изучением минерального состава кормов, крови и молока коров занимались многие ученые с использованием различных аналитических методов [1 – 4 и др.]. Данные о составе молока в различных странах приведены в публикации [5]. Особый интерес представляет элементный состав молока в Узбекистане в связи со специфическими условиями обитания и кормления.

Помимо определения элементного состава коровьего молока представляло интерес исследование возможности повышения содержания в молоке железа. Железо является исключительно важным незаменимым микроэлементом, влияющим на многие биохимические процессы, в частности кроветворения. Для этого было предусмотрено добавление к корму коров железа в виде сульфата железа и ультромиткродисерсного железа, обладающего повышенной реакционной активностью. Ультрамикродисперсное железо было получено по нанотехнологии фирмой ООО “ART-festival” Учкудукского района Навоийской области (Узбекистан).

Для исследования была выбрана относительно однородная группа стельных коров голштинизированной черно-пестрой породы одного из животноводческих хозяйств Ташкентской области (Узбекистан). В исследуемую группу входило Х коров – порода, возраст, количество отелов и время от последнего отела и т.д.

Было выделено три группы коров по 8 голов в каждой. Все группы получали стандартное питание, принятое в данном хозяйстве. Первая группа была контрольной Коровы второй группы дополнительно получали 1 г сульфата железа в  сутки. Коровы третьей группы получали дополнительно (по сравнению с первой группой) 200 мг ульрадисперсного железа в сутки, полученного на основе нанотехнологии фирмой ООО “ART-festival” Учкудукского района Навоийской области (Узбекистан). Эксперимент продолжался 3 месяца.

Для определения микроэлементов было решено использовать инструментальный нейтронно-активационный анализ в силу его высокой чувствительности и многоэлементности. В Таблице 1 приведены некоторые характеристики метода.

Аналитическая методика заключалась в следующем: Молоко отбирали по 5 мл и затем количественно переносили в чистые, предварительно взвешенные полиэтиленовые лодочки, в которых отобранные образцы молока высушивались до постоянного веса при 65°С. Затем лодочку с высушенным образцом молока взвешивали на аналитических весах. Отношение объема молока в жидкой фазе к весу сухой фазы есть коэффициент усушки, который использовали для пересчета результатов к объему. Высушенное молоко растирали в фарфоровой ступке до получения однородного порошка и взвешивали по 20-30 мг для анализа по короткоживущим радионуклидам и 70мг – для анализа по средне- и долгоживущим радионуклидам, далее образцы упаковывали в маркированные полиэтиленовые пакеты

Для получения достоверной информации и уменьшения разброса анализ проводился в тройной повторности.

Инструментальный нейтронно-активационный анализ позволяет определить в одном образце более 20 элементов. При этом для их определения приходится прибегать к многократному облучению и достаточно длительному времени измерения. Для определения содержания элементов по нуклидам с различными периодами полураспада приходится применять различные временные режимы анализа (время облучения, остывания, время измерения). Разные режимы требуют либо отдельных навесок образцов, либо использования одной навески для повторных облучений , что увеличивает время проведения анализа из-за необходимости выжидания распада короткоживущих нуклидов после первого облучения.

**Табл. 1. Ядерно-физические характеристики определяемых элементов**

| Элем. | Нуклид | Аналитическая линия гамма-квантов. КэВ [6] | Период полураспада |
|---|---|---|---|
| Na | 24-Na | 1369 | 15 час |
| Mg | 27-Mg | 843.8 | 9.5 мин |
| Cl | 38-Cl | 1642 | 37.2 мин |
| K | 42-K | 1524.7 | 12.4 часа |
| Ca | 47-Sc | 159.4 | 3.35 дня |
| Sc | 46-Sc | 889; 1120 | 83.8 дня |
| Cr | 51-Cr | 320 | 27.7 дня |
| Mn | 56-Mn | 846.7 | 2.58 часа |
| Fe | 59-Fe | 1098 ;1291.6 | 44.5 дня |
| Co | 60-Co | 1173;1332 | 5.27 года |
| Cu | 64-Cu | 511 | 12.8 часа |
| Zn | 65-Zn | 1115 | 244 дня |
| As | 76-As | 559; 657 | 1.1 дня |
| Se | 75-Se | 264.6; 279.5 | 120 дней |
| Br | 82-Br | 554; 777 | 1.47 часа |
| Rb | 86-Rb | 1076.6 | 18.7 дня |
| Sr | 85-Sr | 514 | 64.8 дня |
| Mo | 99-Mo | 140.5; 181 | 2.75 дня |
| Ag | 110m-Ag | 658 | 250 дней |
| Sb | 124-Sb | 1696 | 60 дней |
| I | 128-I | 443 | 25.4 мин |
| La | 140-La | 1595 | 40.2 часа |
| Au | 198-Au | 411 | 2.69 дня |
| Hg | 203-Hg | 278 | 46.6 дня |
| U | 230-Np | 228 | 2.35 дня |

После изучения характерных гамма-спектров активированных образцов нами были предложены следующие режимы:

1. Время облучения 15 сек, время остывания 15 мин, время измерения 100 сек,
2. Время облучения 15 сек, время остывания 4 часа, время измерения 100 сек
3. Время облучения 15 час, время остывания 10 дней, время измерения 200 сек
4. Время облучения 15 час, время остывания 30 дней, время измерения 400 сек.

Разработанные методики нейтронно-активационного определения элементов заключаются в следующем:

Определение короткоживущих радионуклидов. Образцы вместе с эталонами упаковывали в полиэтиленовый контейнер и облучали в вертикальном канале реактора потоком нейтронов $5.10^{13}$ нейтрон/см$^2$.сек в течение 15 сек. Измерение наведенной активности проводили дважды – через 15-10 мин после облучения для определения хлора и через 4 часа - для определения натрия, калия и марганца.

Определение среднеживущих радионуклидов. Для определения содержания кальция, брома, лантана, золота и урана те же образцы заворачивали в алюминиевую фольгу и облучали в мокром канале реактора потоком нейтронов $6.10^{13}$ нейтрон/см$^2$.сек в течение 15 час. Измерение наведенной активности проводили через 10 дней после облучения по соответствующим нуклидам, приведенным в таблице 1.

Определение долгоживущих радионуклидов. Для определения содержания перечисленных элементов, облученные в течение 15 час пробы, измеряли через месяц после облучения по соответствующим радионуклидам.

Для регистрации наведенной активности использовали детектор из германия высокой чистоты (V=120 см$^{3)}$ с разрешением 1,8 КэВ по гамма-линии Co-60 и компьютеризированный гамма-спектрометр. Обработка данных проводилась по программе GENIE 2000

Для определения содержания элементов были использованы различные стандарты: внутрилабораторные, полученные путем нанесения известного количества элемента на обеззоленную фильтроваль-

ную бумагу и стандартные образцы сравнения МАГАТЭ Cabbage IAEA 359 и Lichen IAEA 336 [7], а также компараторный метод.

Оценка аналитических параметров метода. Нейтронно-активационный метод анализа, как и любой другой метод, не свободен от случайных и систематических погрешностей, основными источниками которых являются:

-процедура подготовки проб к анализу

-эталонирование

-ошибки при измерении активности радионуклидов и т.д.

Выявление и оценка уровня погрешности определения элементов по используемой методике достигается при помощи образца сравнения. Нами был выбран стандартный образец сравнения Algae IAEA 0393, мг/кг.

Правильность результатов была проверена путем анализа стандартного образца сравнения Algae IAEA 0393.

Полученные результаты и аттестованные значения приведены в таблице 2

**Табл. 2. Содержание элементов в стандартном образце сравнения Algae IAEA 0393, мг/кг**

| Элемент | найдено | Аттест | Элемент | Найдено | аттест |
|---|---|---|---|---|---|
| Br | 2.1 | 1.98 | La | 0.056 | 0.07 |
| Ca | 2510 | 2837 | Mn | 140 | 146 |
| Co | 4.0 | 3.9 | Na | 348 | 359 |
| Cr | 310 | 336 | Rb | 2.9 | 3.09 |
| Cs | 0.052 | 0.068 | Sb | 0.28 | 0.033 |
| Eu | 0.012 | 0.017 | Sc | 0.012 | 0.016 |
| Fe | 1159 | 1245 | Th | 0.052 | 0.061 |
| K | 10320 | 10540 | Zn | 150 | 155 |

Правильность результатов анализа определяли путем сравнения полученных данных. Как видно, правильность анализа по предложенной методике достаточно высока.

Результаты анализа молока приведены в Табл. 3.

Хотя в упомянутых сводках приведены данные в широком интервале концентраций, можно отметить, что найденное нами содержание серебра, цезия, калия, лантана, магния, марганца, натрия, рубидия, стронция и цинка близко к содержанию этих элементов, найденному другими авторами. В то же время найдено повышенное содержание брома, кобальта и селена и пониженное содержание кальция, хлора, хрома и железа. Показано, что применение добавок сернокислого железа и, особенно, ультрамикродисперсного железа приводит к существенному повышению содержания железа в молоке. Можно считать, что добавки незаменимых микроэлементов, в частности железа к кормам, могут существенно повысить содержание этих элементов в молоке.

**Табл. 3. Результаты анализа молока, мкг/мл**

| **Элем.** | **Группа 1*** | **Группа 2*** | **Группа 3*** |
|---|---|---|---|
| Ag | 0.0049 ± 0.0014 | 0.0053 ± 0.0013 | 0.0046 ± 0.00087 |
| Au | 0.00060 ± 0.00013 | 0.00045 ± 0.000078 | 0.00065 ± 0.00011 |
| Br | 2.8 ± 0.58 | 2.4 ± 0.16 | 2.0 ± 0.24 |
| Ca | 1400 ± 44 | 1400 ± 51 | 1500 ± 160 |
| Ce | <0.01 | 0.036 ± 0.036 | 0.17 ± 0.14 |
| Cl | 560 ± 31 | 550 ± 8.9 | 890 ± 140 |
| Co | 0.0016 ± 0.00018 | 0.0017 ± 0.00011 | 0.0021 ± 0.00022 |
| Cr | 0.31 ± 0.020 | 0.37 ± 0.044 | 0.28 ± 0.062 |
| Cs | 0.0036 ± 0.00011 | 0.0039 ± 0.00020 | 0.0035 ± 0.00022 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Eu | 0.0022 ± 0.00076 | 0.0031 ± 0.00020 | 0.0014 ± 0.00076 |
| Fe | 3.7 **+** 0.35 | 4.4 ± 0.31 | 12.5 ± 0.87 |
| K | 1300 ± 44 | 1400 ± 24 | 1500 ± 66 |
| La | 0.0028 ± 0.0015 | 0.0043 ± 0.00036/ | 0.054 ± 0.043 |
| Mg | 41 ± 40 | 54 ± 5.3 | 92 ± 54 |
| Mn | 0.085 ± 0.0067 | 0.042 ± 0.0044 | 0.60 ± 0.53 |
| Na | 380 ± 16 | 360 + 67 | 350 + 31 |
| Rb | 1.2 + 0.044 | 1.3 ± 0.067 | 1.2 ± 0.067 |
| Sb | 0.0013 ± 0.00055 | 0.0013 ± 0.00050 | 0.0022 ± 0.00062 |
| Sc | 0.00048 ± 0.00012 | 0.00034 ± 0.000060 | 0.0010 ± 0.00044 |
| Se | 0.014 ± 0.0016 | 0.0090 ± 0.0027 | 0.0080 ± 0.0050 |
| Sm | <0.001 | <0.001 | 0.0069 ± 0.0054 |
| Sr | 1.8 ± 0.40 | 2.3 ± 0.18 | 1.7 ± 0.63 |
| Th | <0.001 | <0.001 | 0.0057 ± 0.0036 |
| U | <0.001 | <0.001 | 0.0038 ± 0.0041 |
| Zn | 2,1 ± 0.33 | 3.4 ± 0.58 | 3.0 ± 0.73 |

*Первая группа представляла собой контрольную группу, группа 2 включала коров с добавлением к корму сульфата железа, группа 3 представляла собой данные для коров, получавших к корму добавку ультрамикродисперсного железа.

**ЛИТЕРАТУРА:**

1. Петухова Е.А. и др. Зоотехнический анализ кормов.- М.: Агропромиздат, 1989.- С.120
2. Попов И.С. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных.- М.: Сельхозгиз, 1957.
3. Дмитриченко А.П., Пшеничный П.Д. Кормление сельскохозяйственных животных.- М.: Колос, 1975.
4. Калашников А.П. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных.- М.: Агропромиздат, 1985.
5. Iyengar G.V., Elemental Composition of Human and Animal Milk, IAEA TECDOC 269, International Atomic Energy Agency,Vienna, 1982.
6. Меднис И.В. Гамма излучение радионуклидов, применяемых в нейтронно-активационном анализе.- Рига: Зинатне, 1987.- 200 с.
7. IAEA AQCS Catalogue for Reference Materials and Intercomparison Exercises 1998/1999, IAEA, Vienna, Austria, 1999.

*ЎзФА Биокимё институти,*
*ЎзФА Ядро физикаси институти,*
*Андижон давлат университети.*
*2010 йил 22 сентябрда қабул қилинган*