

мально обеспечивать комфортные условия содержания животных в режиме реального времени в связи с тем, что поведенческая функция животного включается обратной связью непосредственно в систему управления.

Данная система позволит более объективно и качественно оценивать благоприятность условий содержания животных и повысить энергоэффективность процесса управления микроклиматом [4], а также повысить качество работы зоотехнической службы.

**Заключение.** Проведённые исследования позволили установить эффективность использования в свиноводстве ИК-обогревателей, которые способствуют увеличению сохранности, среднесуточных приростов живой массы и общего развития поросят-отъёмышей.

#### Литература

1. Биотехнические системы. Теория и проектирование : учебное пособие / под ред. В. М. Ахутина. – Л. : ЛГУ, 1981. – 220 с.
2. Растимешин, С. А. Локальный обогрев молодняка животных (теория и технические средства) / С. А. Растимешин. – М. : Агропромиздат, 1991. – 140 с.
3. Прищепов, М. А. Энергетическая эффективность систем обогрева поросят-сосунов / М. А. Прищепов. – Минск : БАТУ, 1998. – 91 с.
4. Энергоэффективность аграрного производства / [В. Г. Гусаков и др.] ; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Л. С. Герасимовича ; Нац. акад. наук Беларуси. – Минск : Беларуская навука, 2011. – 776 с.

(поступила 25.03.2016 г.)

УДК 637.112

М.М. ДОЛГАЯ, Н.П. РУСЬКО, Е.Г. ЧУШАК

## СОДЕРЖАНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В МОЛОКЕ КОРОВ ПРИ ИНТЕНСИВНОМ И ОРГАНИЧЕСКОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Институт животноводства НААН Украины

В статье приведены данные по содержанию микроэлементов в молоке коров в зависимости от сезона года и типа ведения хозяйства. Экспериментально доказана тенденция к снижению уровня тяжёлых металлов в молоке, произведённом в условиях хозяйств с технологией органического земледелия.

**Ключевые слова:** микроэлементы, молоко коров, сезона года, органическое земледелие.

## CONTENTS OF TRACE ELEMENTS IN COW MILK AT INTENSIVE AND ORGANIC PRODUCTION

Institute of Animal Science the NAAS of Ukraine

The article presents data on content of trace elements in cow milk depending on year season and type of farming. An experimental proof of the downward trend in the level of heavy metals in milk produced in conditions of organic farming is given.

**Key words:** trace elements, cow milk, year season, organic farming

**Введение.** Качество молочных продуктов в значительной степени зависит от экологических условий получения молока. Активная антропогенная деятельность способствует загрязнению природной среды поллютантами, которые могут достигать критических уровней. Как известно, распространение тяжёлых металлов в окружающей среде может негативно влиять на организм человека и животных и в то же время микроэлементы, в том числе и тяжёлые металлы, являются необходимым компонентом многих ферментов, гормонов и витаминов и активизируют их деятельность. Одной из причин, лимитирующих продуктивность животных и факторов, которые влияют на их физиолого-биохимический статус, является уровень обеспечения потребностей животных в микроэлементах [1]. Возникновение микроэlementного недостаточности обуславливается низким содержанием отдельных факторов минерального питания в почве, воде и в кормах. Избыток минеральных элементов в рационе (по отношению к потребностям) тоже нежелателен, так как вызывает дополнительные затраты энергии для их экскреции и возможные нарушения обменных процессов [2, 3].

Учитывая развитие современной науки о микроэlementологии, адаптация живого организма к токсическому действию тяжёлых металлов, в том числе биогенных (меди и цинка), связана с функционированием, как специализированных механизмов (хелатирования, секвестрации и компартментализация), так и общих механизмов устойчивости (низкомолекулярные стрессопротекторные соединения, антиоксиданты и другие не идентифицированные макромолекулярные соединения) [4].

В современной литературе обсуждению проблемы поступления экотоксикантов в объекты окружающей среды уделяется большое внимание. На организм лактирующих животных они воздействуют через железы внутренней секреции и имеют тесную связь с деятельностью гипофиза, яичников, поджелудочной и других желез. При скармливании животным микроэлементов адекватного количества в их организме усиливается обмен веществ, в частности белков, жиров, углеводов и, как следствие, повышается производительность [5, 6]. Счита-

ется доказанным, что организм крупного рогатого скота является относительно устойчивым к постепенной нагрузке тяжёлыми металлами (Cd, Pb, Cu, Zn и другие), так как при увеличении нагрузки усиливается их выведение с мочой и молоком, а при достижении физиологически предельных значений наблюдаются нарушения функций организма, увеличивается их накопление в тканях и органах [2, 7]. Тяжёлые металлы, выделенные в молоко, негативно влияют на организм человека, способны вызывать токсикозы, мутагенный и канцерогенный эффект, с одной стороны, и, воздействуя на функцию молочной железы, вызывают негативные изменения в химическом составе молока и его технологических свойствах [8, 9] .

Поскольку молоко и молочные продукты являются важным пищевым элементом в питании человека, которые он потребляет почти ежедневно, изучение содержания как биогенных, так и тяжёлых металлов в сыром молоке коров в разные сезоны года является важным и актуальным. Исходя из важности мониторинга состава молока и его безопасности нами была поставлена цель: исследовать содержание Cu, Mn, Pb и Cd в сборном товарном молоке, произведённом в разные сезоны года в хозяйствах с интенсивной технологией и в условиях органического земледелия.

Проведённые опыты по определению минерального состава молока не только количественно показывают его микроэлементный состав, как пищевого продукта и сырья для переработчиков, но и позволяют выявить влияние антропогенного воздействия на состояние окружающей среды, зависимость состава молока от минеральной составляющей «трофической» цепи «почвы – растения – молоко - молочные продукты».

**Материал и методика исследований.** Объектом исследований было товарное молоко, произведённое в условиях традиционного и органического земледелия. Образцы молока, отобранные согласно ДСТУ 707 2002, высушивали в сушильном шкафу при температуре  $105 \pm 2$  °С. Сухой остаток озоляли при температуре  $550 \pm 20$  °С в муфельной печи. Как экстрагент применяли 1N раствор HCl. После фильтрации полученный субнатант использовали для спектрометрии на атомно-абсорбционном спектрофотометре ААС-30 (Германия). Полученные данные обработаны методами статистического анализа.

**Результаты эксперимента и их обсуждение.** В таблице 1 приведены содержание исследуемых микроэлементов в молоке, полученном по традиционным технологиям в хозяйствах Харьковской области.

Таблица 1 – Содержание минеральных элементов в сборном молоке в зависимости от сезона года

Сезон года	Содержание минеральных элементов, мг/кг		
	Cu	Mn	Zn
Зима	0,061±0,007	0,143±0,041	3,106±0,325
Весна	0,085±0,007	0,066±0,007	3,458±0,391
Лето	0,072±0,007	0,101±0,034	3,039±0,244
Осень	0,070±0,008	0,209±0,103	3,040±0,336
В общем	0,070±0,005	0,130±0,060	3,160±0,311
	Fe	Pb	Cd
Зима	1,430±0,220	0,203±0,016	0,035±0,004
Весна	1,906±0,020	0,202±0,014	0,031±0,002
Лето	1,388±0,291	0,186±0,014	0,030±0,003
Осень	1,596±0,263	0,137±0,013	0,036±0,003
В общем	1,581±0,246	0,182±0,013	0,033±0,002

Приведённые данные свидетельствуют о сезонной зависимости выделения микроэлементов в молоко (рисунок 1). Так, относительный максимум концентрации Cu, Zn, Fe наблюдается весной, а Mn – осенью. Загрязнение молока Pb зимой и весной держится практически на одном уровне, постепенно снижаясь летом и осенью. Колебания содержания кадмия в молоке в разные сезоны года оказались сравнительно более стабильными.

В целом изменения содержания меди и марганца имеют циклическую зависимость, которая описана полиномиальным уравнением второй степени с достаточно высоким коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,7763$ ,  $y = 0,0048x^2 - 0,0298x + 0,1114$ , для меди  $R^2 = 0,7872$ ,  $y = 0,0284x^2 + 0,1748x - 0,0946$ . В то же время концентрация содержания Cu в сыром молоке коров в течение года имела прямую зависимость, которая может быть описана линейным уравнением  $y = -0,0074x + 0,0905$  с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,9313$ .

Сопоставление полученных данных с показателями ПДК показало, что: уровни Zn, Fe и Cu во все сезоны года были ниже ПДК, содержание Pb выше ПДК зимой, весной, летом и осенью соответственно на 20,8, 20,2, 18,6 и 13,8 %, что касается кадмия, то его уровень в сборном молоке зимой больше ПДК на 16,7 %, весной – на 3,3 %, летом находится на уровне ПДК, осенью был выше регламентированной величины на 20 %. Уровень Mn не регламентируется.

Интенсивное использование пахотных земель в Украине вызывает определённые изменения почвенного покрова, способствует их подкислению, выщелачиванию, засолению и обогащению тяжёлыми металлами. В результате в верхних слоях почв происходят процессы,

которые приводят к снижению плодовитости и увеличению накопления поллютантов в кормах, которые по трофической цепи переходят в организм животных и, в конечном счёте, могут экскретироваться с молоком.

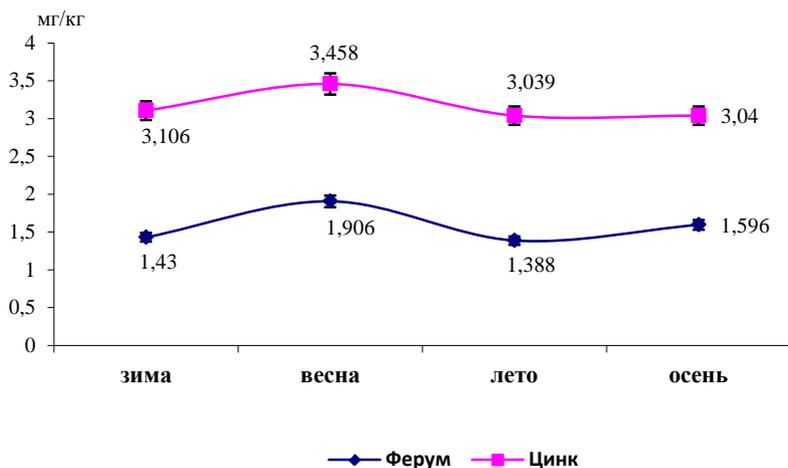


Рисунок 1 – Зависимость содержания железа и цинка от сезонов года

В таблице 2 приведены данные, характеризующие содержание исследуемых микроэлементов в образцах молока, полученного по традиционным технологиям и в условиях органического земледелия.

Таблица 2 – Концентрация минеральных элементов в молоке при различных технологиях хозяйствования

Название микроэлементов	Концентрация микроэлементов в молоке (мг/кг)	
	традиционные технологии	в условиях органического земледелия
Cu	0,070±0,005	0,051±0,004
Mn	0,130±0,060	0,056±0,004
Zn	3,160±0,311	3,470±0,210
Fe	1,581±0,246	1,090±0,170
Pb	0,182±0,013	0,166±0,011
Cd	0,033±0,002	0,030±0,002

Установлено, что содержание Cu, Mn и Fe в молоке коров в условиях органического земледелия по сравнению с традиционными технологиями достоверно ниже ( $p < 0,001$ ), изменения в уровне Zn оказа-

лись статистически недостоверными, концентрация Cd уменьшилась до уровня ПДК, уровень Pb тоже имеет тенденцию к снижению.

**Заключение.** Содержание микроэлементов в сыром молоке коров в том числе и тяжелых металлов зависит от сезона года. Применение технологии органического земледелия существенно влияет на уменьшение контаминации молока тяжелыми металлами, способствует повышению качества и безопасности питьевого молока и молочного сырья.

#### Литература

1. Маменко, А. М. Влияние порогового значения экологических факторов на состояние агроэкосистем (на примере воздействия ксенобиотиков, продуктивности коров и качества молока) / А. М. Маменко, С. В. Портянник // Проблемы зооинженерии та ветеринарної медицини : збірник наукових праць ХДЗВА. – Харків, 2007. – Вип. 14 (39), ч. 1, т. 1. – С. 118-127.
2. Frank, R. Cadmium levels in bovine liver and kidney from agricultural regions on and off the Canadian field, 1985-1988 / R. Frank, P. Suda, H. Luyken // Bulletin of Environmental Toxicology. – 1989. – Vol. 43. – P. 737-741.
3. Mézes, M. Investigation of quality assurance of agricultural production based on the heavy metal transfer in a soil-plant-animal system / M. Mézes, G. Füleký // Proc. First Int. Symp. Food Quality Management for East European Countries. – Cluj-Napoca, 2003. – P. 49-52.
4. Вплив гідрогумату в поєднанні з мікроелементами на деякі показники мінерального обміну у лактуючих корів / В. Г. Грибан [та ін.] // Ветеринарна медицина : міжвід. тем. наук. зб. – Харків, 2005. – Вип. 85. – Т. I. – С. 345-348. – Авт. також: Єфімов В.Г., Ракирянський В.М., Єфімова О.О.
5. Кравців, Р. Й. Вплив мікроелементних добавок на молочну продуктивність корів та якісні показники молока / Р. Й. Кравців, Р. В. Біленчук // Сучасні проблеми ветеринарної медицини, зооінженерії та технологій продуктів тваринництва : збірник статей міжнародної науково-практичної конференції. – Львів, 1997. – С. 328-329.
6. Навицкая, Р. Я. Уровень концентрации солей тяжёлых металлов и нитратов в молоке в зависимости от содержания их в рационе коров : автореф. дис. ... канд. биол. наук / Р. Я. Навицкая. – Жодино, 1995. – 18 с.
7. The minerals and heavy metals in cow's milk from China and Japan / L. Q. Qin [et al.] // Journal Health Science. – 2009. – Vol. 55(2). – P. 300-305. – Also : Wang X. P., Li W., Tong X., Tong W. J.
8. Васильев, А. В. Закономерности перехода радионуклидов и тяжёлых металлов в системе почва растение животное продукт животноводства / А. В. Васильев, А. Н. Ратников, Р. М. Алексахин // Химия в сельском хозяйстве. – 1995. - № 4. – С. 16-18.
9. Гобозова, Ф. Л. Технологические свойства, экологическая характеристика молока и конверсия энергии корма в энергию молока при скормливании коровам ирлита-1 : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.02.04 / Ф. Л. Гобозова. – Владикавказ, 2003. – 192 л.

(поступила 14.03.2016 г.)