

# ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.32/.38:612.015.3(571.150)

А.И. Афанасьева, В.А. Сарычев  
A.I. Afanasyeva, V.A. Sarychev

## ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЕТАБОЛИЗМА ЛАКТИРУЮЩИХ ОВЦЕМАТОК ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ МЯСНОЙ ПОРОДЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРЕПАРАТА «МОНКЛАВИТ-1»

### THE DYNAMICS OF METABOLIC INDICES OF LACTATING EWES OF THE WEST SIBERIAN MUTTON BREED WHEN USING MONKLAVIT-1 MEDICINAL PRODUCT

**Ключевые слова:** йод, кровь, углеводный, липидный и минеральный обмен, лактация, западно-сибирская мясная порода, овцы.

**Keywords:** iodine, blood, carbohydrate metabolism, lipid metabolism, mineral metabolism, lactation, West Siberian mutton breed, sheep.

Лактация сопровождается функциональным напряжением организма, связанным с продукцией молока и вскармливанием приплода. Уровень молочности у овцематок находится под контролем эндокринной системы, функциональную активность которой определяет интенсивность обменных процессов. Обеспечение полноценности эндокринной регуляции метаболизма связано с поступлением в организм животных комплекса органических и минеральных веществ корма, в частности йода. В Алтайском крае зарегистрированы территории, на которых отмечается недостаточность йода в кормах, что влечёт за собой значительный ущерб животноводству. В связи с этим были изучены показатели метаболизма лактирующих овцематок западно-сибирской мясной породы при применении йод-полимерного препарата «Монклавит-1». Для этого в период окота (февраль) из числа лактирующих овцематок были сформированы контрольная и две опытные группы, которым путём смешивания с кормом вводили препарат «Монклавит-1» в дозе 0,5 и 1 мл на 1 кг живой массы соответственно, 1 раз в день в течение 10 дней сразу после окота, а затем в течение 10 дней при сроке лактации 1 месяц. Исследованиями установлено, что у овец 1-й и 2-й опытных групп отмечалось повышение уровня кальция, фосфора и глюкозы на 12; 20, 14; 24 и 23,9 и 26,7% при снижении концентрации холестерина на 2 и 5% соответственно, в сравнении с контрольной группой. Применение йод-полимерного препарата «Монклавит-1» лактирующим овцематкам опытных групп через повышение функциональной активности щитовидной железы, увеличение концентрации тиреоидных гормонов в крови, способствует нормализации углеводного, липидного и минерального обмена, активации процессов лактопоэза и лактогенеза.

Lactation is accompanied by functional stresses associated with milk production and feeding the offspring. The milk production in ewes is controlled by the endocrine system, which functional activity is determined by the intensity of metabolic processes. Ensuring the usefulness of endocrine regulation of metabolism is associated with the intake of a complex of organic and mineral feed substances, in particular iodine, into the body of animals. In the Altai Region, some territories are registered where iodine deficiency in feed is revealed; this leads to significant damage to animal husbandry. In this regard, the metabolic indices of lactating ewes of the West Siberian mutton breed were studied at the administration Monklovit-1 iodine-polymer medicinal product. For this, in the lambing period (February), from the number of lactating ewes a control group and two experimental groups were formed, which, by mixing with food, were administered Monklovit-1 at a dose of 0.5 and 1 mL per kg of live weight, respectively, 1 time per day for 10 days immediately after lambing, and then for 10 days with a lactation period of 1 month. It was found that in the sheep of the 1st and 2nd experimental groups, there was an increase of the level of calcium, phosphorus and glucose by 12; 20, 14; 24 and 23.9 and 26.7%, with a decrease in cholesterol concentration by 2 and 5%, respectively, as compared to the control group. The use of Monklovit-1 iodine-polymer medicinal product for lactating ewes of the experimental groups through an increase of the functional activity of the thyroid gland, increase in the concentration of thyroid hormones in the blood, helps to normalize carbohydrate, lipid and mineral metabolism, and activates lactopoiesis and lactogenesis.

**Афанасьева Антонина Ивановна**, д.б.н., проф., декан биолого-технологического фак-та, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: antonina59-09@mail.ru.

**Сарычев Владислав Андреевич**, к.б.н., ст. преп., каф. общей биологии, биотехнологии и разведения животных, Алтайский государственный аграрный университет. E-mail: smy-asau@yandex.ru.

**Afanasyeva Antonina Ivanovna**, Dr. Bio. Sci., Prof., Dean, Bio-Technologic Dept., Altai State Agricultural University. E-mail: antonina59-09@mail.ru.

**Sarychev Vladislav Andreyevich**, Cand. Bio. Sci., Asst. Prof., Chair of General Animal Biology, Bio-Technology and Reproduction, Altai State Agricultural University. E-mail: Smy-Asau@yandex.ru.

### Введение

Лактация является очень важным этапом воспроизводства сельскохозяйственных животных и сопровождается функциональным напряжением организма, связанным с продукцией молока и вскармливанием приплода. Уровень молочности у овцематок зависит от генетического потенциала животных и находится под контролем эндокринной системы, функциональную активность которой определяет интенсивность обменных процессов. Обеспечение полноценности эндокринной регуляции метаболизма связано с поступлением в организм животных комплекса органических и минеральных веществ корма [1].

В Алтайском крае зарегистрированы территории, на которых отмечается недостаточность йода в почвах, воде и растительных кормах. Недостаток йода в рационах наносит значительный ущерб животноводству: сдерживает рост поголовья, снижает продуктивность, плодовитость, вызывает заболевания и падеж, ухудшает качество продукции. В связи с этим проблеме йодного питания животных уделяется большое внимание [2, 3].

Овцематки в период лактации очень чувствительны к недостатку йода, так как для формирования лактогенной функции требуется высокий уровень обмена веществ, который поддерживается при непосредственном участии гормонов щитовидной железы. Тиреоидные гормоны активизируют процессы катаболизма в жировой ткани для обеспечения организма энергией и повышают уровень катехоламинов – важнейших активаторов липолиза, а также стимулируют глюконеогенез, всасывание углеводов в кишечнике и мобилизацию гликогена из депо.

В связи с этим **целью** исследований было изучение показателей метаболизма лактирующих овцематок западно-сибирской мясной породы при применении йод-полимерного препарата «Монклавит-1».

### Материал и методы исследования

Экспериментальные исследования проведены в ООО «Маяк» Родинского района Алтайского края. Для этого в период окота (февраль) из числа лактирующих овцематок были сформированы 3 группы животных в возрасте 3 лет со средней живой массой  $64,7 \pm 1,4$  кг: контрольная, 1-я опытная и 2-я опытная по 20 гол. в каждой. Овцематкам 1-й и 2-й опытных групп вводили путём смешивания с кормом препарат «Монклавит-1» в дозе 0,5 и 1 мл на 1 кг живой массы соответственно, 1 раз в день в течение 10 дней сразу после окота, а затем в течение 10 дней при сроке лактации 1 мес.

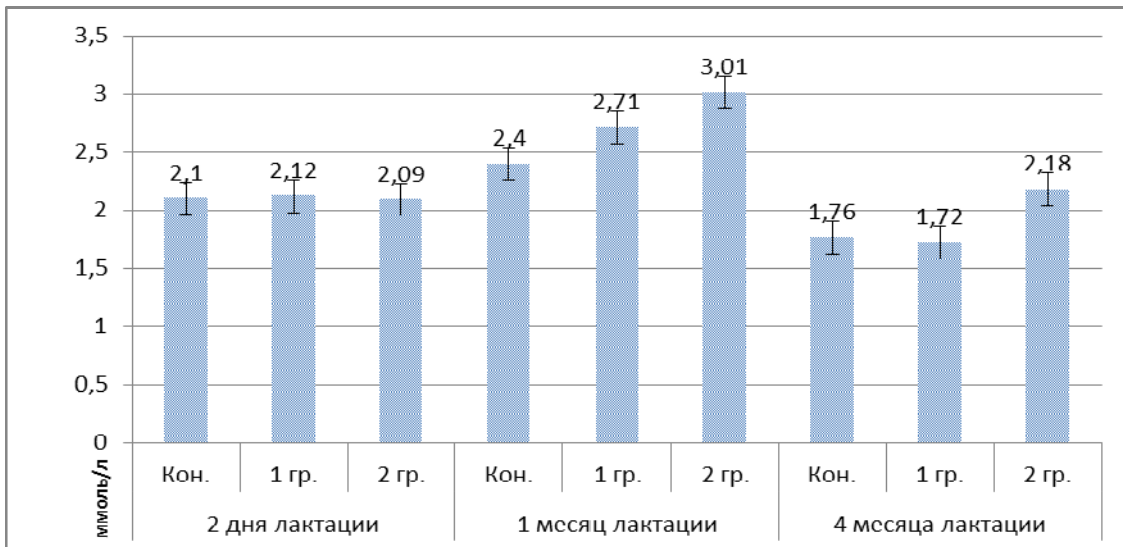
С целью контроля за показателями метаболизма изучены: глюкоза, кальций, фосфор, холестерин, триглицериды, щелочная фосфатаза на биохимическом анализаторе BioChemSA с использованием диагностических наборов реагентов фирмы «Vital», в соответствии с инструкцией по применению.

Статистическая обработка цифровых данных проводилась с помощью метода вариационной статистики на персональном компьютере с использованием программы Microsoft Excel.

### Результаты исследования

Процессы лактогенеза и лактопозза во многом зависят от интенсивности и направленности обменных процессов в организме, в частности, от уровня обмена углеводов и липидов, которые тесно взаимосвязаны благодаря наличию общих метаболитов. Результаты исследования показателей углеводного и липидного обмена представлены на рисунках 1 и 2.

Одним из основных биохимических показателей крови, характеризующих углеводный обмен, является уровень глюкозы, которая отвечает за обеспеченность организма энергией. В первые дни лактации уровень глюкозы животных всех групп находился в пределах 2,09-2,12 ммоль/л, что соответствует физиологической норме.



**Рис. 1. Динамика глюкозы у лактирующих овцематок западно-сибирской мясной породы при применении йод-полимерного препарата «Монклавит-1», ммоль/л**

В последующие периоды лактации (1 мес.) отмечена тенденция к повышению её концентрации у животных всех экспериментальных групп. В то же время у овцематок, получавших препарат «Монклавит-1», уровень глюкозы оказался выше на 13 и 20% ( $P < 0,01$ ) соответственно у животных 1-й и 2-й опытных групп, в сравнении с животными контрольной группы. При этом у овцематок 2-й группы уровень глюкозы был на 10% выше, чем у животных 1-й опытной группой.

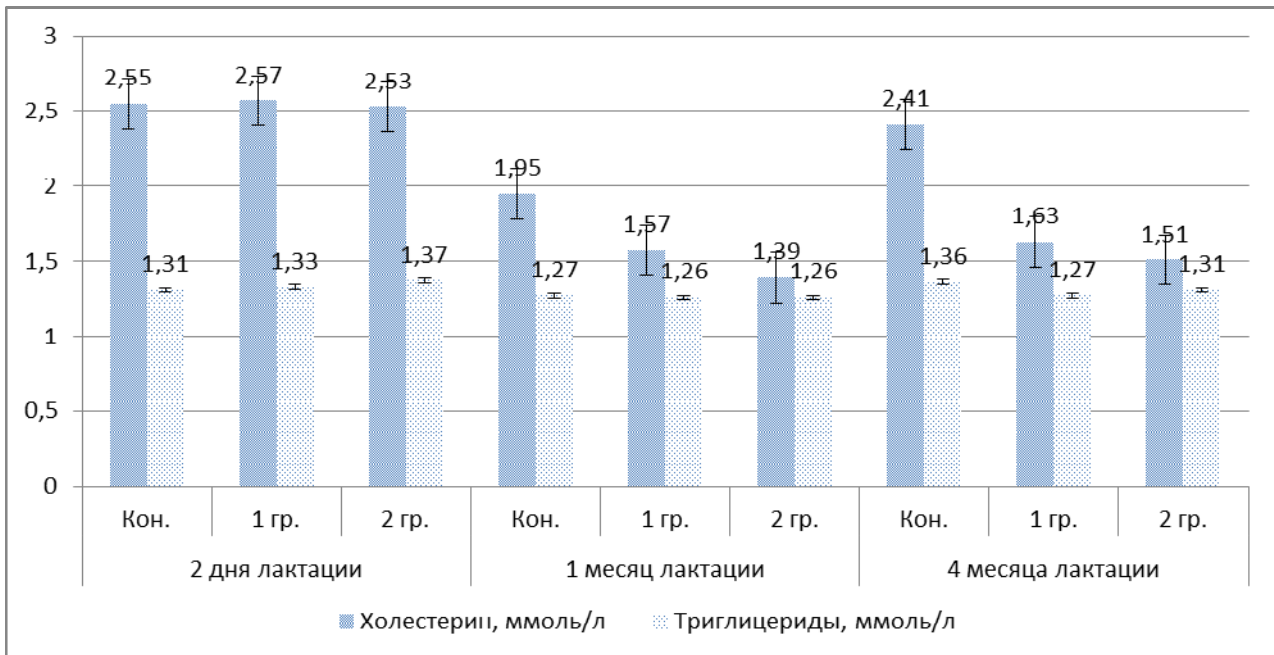
Более высокая концентрация глюкозы у животных опытных групп, возможно, связана с тем, что используемые дозы йодосодержащего препарата «Монклавит-1» способствовали перераспределению гликогенного запаса из печени в скелетные мышцы. Кроме того, увеличение уровня глюкозы в крови может быть проявлением катаболического действия тироксина на гликогенный запас печеночной ткани [4].

К концу лактации в крови подопытных животных происходило снижение уровня глюкозы на 36, 58, 24% соответственно в контрольной, 1-й и 2-й опытных группах. Известно, что по мере затухания лактации происходит перестройка гормонального статуса организма животных, увеличивается секреция инсулина, что приводит к снижению концентрации глюкозы в крови, и часть ее резервируется в числе других питательных веществ [5].

Следует отметить, что, несмотря на общую тенденцию к снижению концентрации глюкозы у овцематок всех групп, у овцематок 2-й группы её уровень был выше на 23,9 и 26,7% соответственно, чем у животных 1-й и контрольной групп.

Установленный факт может быть связан с более высоким уровнем тиреоидных гормонов у овец, получавших йодсодержащий препарат. По нашим данным, концентрация тироксина составила  $77,3 \pm 1,21$  нмоль/л, трийодтиронина –  $2,8 \pm 1,32$  нмоль/л. В связи с увеличением секреторной активности щитовидной железы уменьшается скорость распада глюкозы и увеличивается всасывание углеводов из кишечника в кровь [6], что отмечено нашими исследованиями.

Показатели липидного обмена до введения препарата у всех исследуемых групп животных также находились в пределах физиологической нормы. Уровень холестерина составлял от 2,53 до 2,57 ммоль/л, триглицеридов – от 1,31 до 1,37 ммоль/л. Следует отметить, что в первые дни лактации концентрация холестерина была максимальной за весь период исследования, что, возможно, обусловлено усилением липидного обмена в связи с интенсивным лактогенезом. Холестерин является важным структурным элементом клеточных мембран, он способен образовывать комплексы с белками внутренней митохондриальной мембраны. Поэтому играет определенную роль в обновлении мембранных липидов молочной железы, осуществляя взаимодействие между ферментами липогенеза и предшественниками жира. Из этого следует, что высокий уровень холестерина в крови при интенсивном молокообразовании, вероятно, связан не только с обменом веществ, но и с увеличением количества железистой ткани вымени после окота [4, 7].



**Рис. 2. Динамика показателей липидного обмена у лактирующих овцематок западно-сибирской мясной породы при применении йод-полимерного препарата «Монклавит-1», ммоль/л**

Нами установлено, что к пику лактации происходило снижение концентрации холестерина на 24, 39 и 45% и триглицеридов – на 3, 6 и 9% соответственно у животных контрольной, 1-й и 2-й опытных групп. Такая динамика может быть связана с более высоким уровнем гормонов щитовидной железы в этот период исследований [8], под действием которых происходят рост фосфолипидов в печени и расщепление жирных кислот, что приводит к уменьшению уровня холестерина в крови [4].

Холестерин крови может использоваться для синтеза составных частей молока, а триглицериды поглощает молочная железа, что ведёт к снижению их уровня в крови и связано с метаболической активностью секреторной ткани молочной железы в отношении синтеза молочного жира [9]. Необходимо отметить, что на пике лактации (1 месяц лактации) более высокий уровень холестерина отмечен у животных контрольной группы на 2 и 5%, в сравнении с 1-й и 2-й опытными группами соответственно. По уровню триглицеридов значимых различий между группами не обнаружено.

К концу лактации, когда потребность организма в энергии снижается, а молочная железа в состоянии полностью обеспечить синтез всех компонентов молока, происходит переориентация метаболизма липидов в сторону отложения липи-

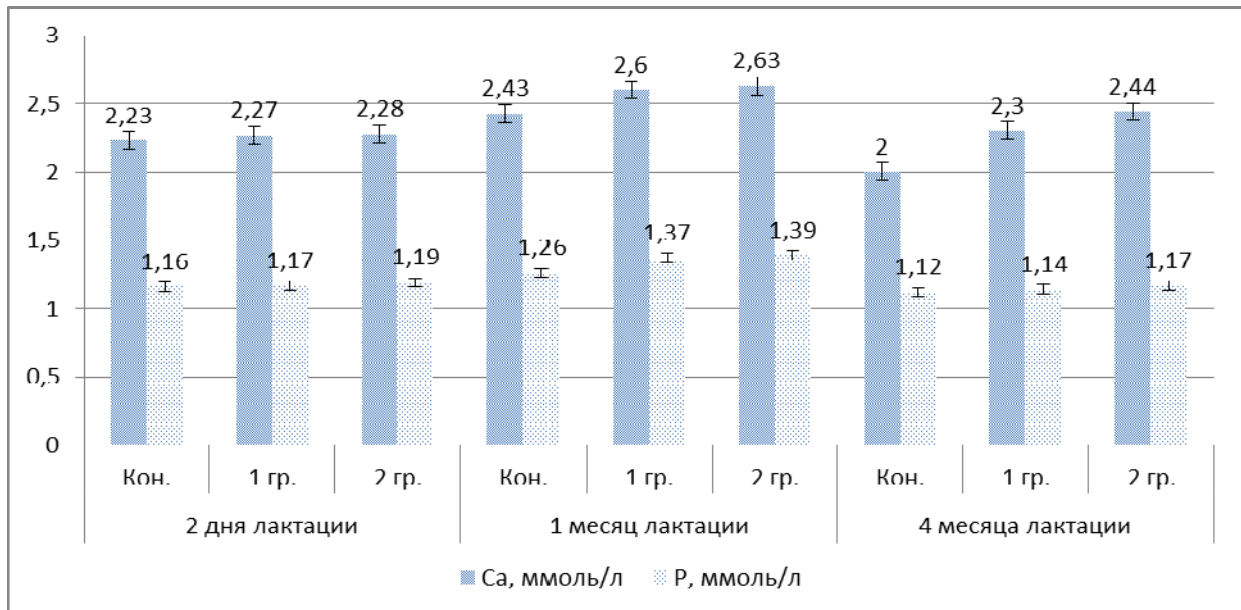
дов [9], что выражалось в увеличении уровня холестерина на 24; 4 и 9% соответственно у животных контрольной и 1-й, 2-й опытных групп. По уровню триглицеридов значимых изменений не выявлено.

В сравнении с животными контрольной группы в 1-й и 2-й опытных группах уровень холестерина оказался ниже на 32 и 60% соответственно.

Следует отметить, что более низкий уровень глюкозы и высокая концентрация холестерина у овцематок контрольной группы, установленные нашими исследованиями, вероятнее всего, связаны с активной мобилизацией жиров, как источников энергии, для компенсации напряженности других видов обмена веществ [11], в то время как у овцематок, получавших йод-полимерный препарат «Монклавит-1», этого не происходит.

Известно, что йод посредством тиреоидных гормонов участвует в обмене кальция и фосфора [11]. Динамика уровня кальция и фосфора в крови лактирующих овцематок при введении в рацион йод-полимерного препарата «Монклавит-1» представлена на рисунке 3.

В первые дни лактации концентрация кальция и фосфора в крови овцематок соответствовала физиологической норме. По мере развития лактации к её пику (1 месяц) увеличивалась на 8,2; 7,9; 12,7; 14,5 и 13,3; 14,3 соответственно у овцематок контрольной, 1-й и 2-й групп.



**Рис. 3. Динамика кальция и фосфора у лактирующих овцематок западно-сибирской мясной породы при применении йодсодержащего препарата «Монклавит-1», ммоль/л**

Уровень кальция и фосфора у овцематок 1-й и 2-й опытных групп в 1 месяц лактации был выше на 21, 15 и 32; 15% соответственно, в сравнении с количеством этих элементов в крови овцематок контрольной группы.

На 4-м месяце лактации у овец 1-й и 2-й опытных групп отмечалось повышение уровня кальция и фосфора на 12; 20 и 14, 24% соответственно, в сравнении с контрольной группой. Анализ количественных показателей кальция и фосфора в крови экспериментальных групп животных свидетельствует о том, что в крови овцематок 2-й опытной группы уровень этих макроэлементов был выше на 6,1; 2,6 и 22,4; 4,27% соответственно, чем у контрольных животных и 1-й опытной группы в первый и четвертый месяц лактации (рис. 3).

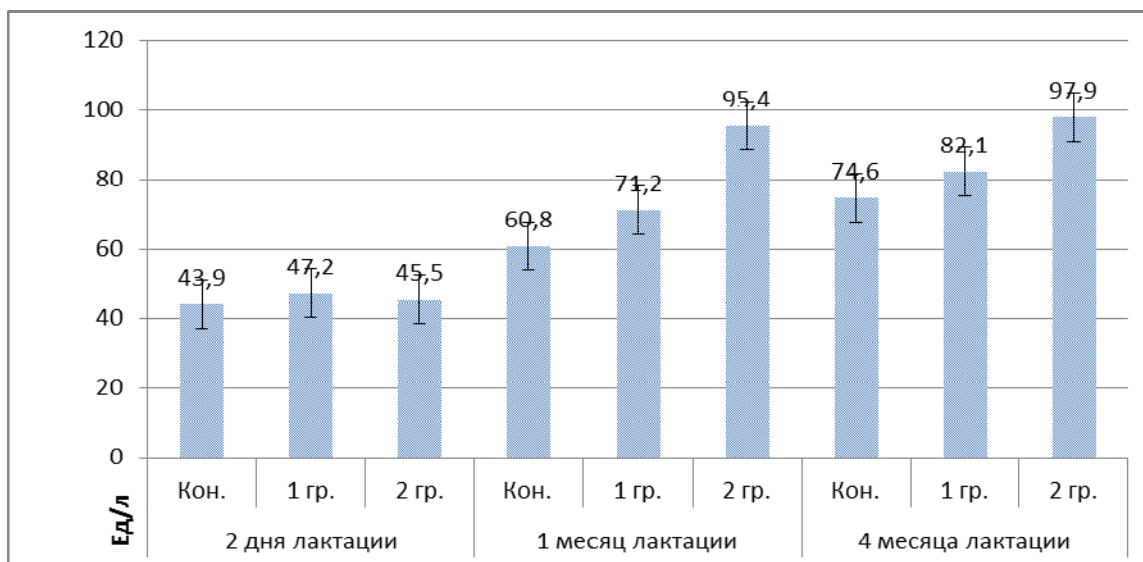
Статистически значимых изменений содержания кальция и фосфора в сыворотке крови у овцематок контрольной группы не отмечено, хотя обнаружена тенденция к снижению при завершении лактации, что совпадает с результатами исследований Ф.Х. Камилова с соавторами [11]. Установленная динамика, вероятно, связана с функциональной активностью эндокринных желез, в частности, с изменением концентрации гормонов щитовидной железы в крови животных. Тиреоидные гормоны оказывают сложное влияние на обмен кальция и фосфора, увеличивая фосфатурию и одновременно повышая его почечную реабсорбцию [12]. Кроме того влияние на минеральный обмен тиреоидных гормонов, веро-

ятно, осуществляется и косвенным путём, оказывая действие на другие системные гормоны и тканевые регуляторные факторы [13].

Помимо перечисленных механизмов регуляции динамики концентрации кальция и фосфора на обмен этих элементов большое влияние оказывает щелочная фосфатаза, а её недостаточный или избыточный уровень является одним из признаков нарушения минерального обмена, костных заболеваний. При этом изменения в уровне содержания кальция и фосфора наступают не сразу, что в дальнейшем может приводить к развитию остеопении, снижению продуктивности и уменьшению сохранности молодняка [14]. Динамика и концентрация щелочной фосфатазы в крови лактирующих овцематок представлены на рисунке 4.

В наших исследованиях до введения препарата уровень щелочной фосфатазы в крови экспериментальных животных значительно не отличался. Дальнейший анализ активности щелочной фосфатазы в крови животных, получавших разные дозы препарата, показал, что её уровень был выше у животных 2-й опытной группы на пике лактации на 57 и 17% и к концу лактации – на 24 ( $P < 0,05$ ) и 10%, в сравнении с животными контрольной и первой опытной группы.

Установленный факт может быть связан с тем, что йод через увеличение синтеза тиреоидных гормонов активизирует ферменты SH-группы, что приводит к активации ферментных систем [11].



**Рис. 4. Динамика щелочной фосфатазы в крови лактирующих овцематок западно-сибирской мясной породы при применении йодсодержащего препарата «Монклавит-1», ед/л**

Таким образом, применение йод-полимерного препарата «Монклавит-1» лактирующим овцематкам опытных групп через повышение функциональной активности щитовидной железы, увеличение концентрации тиреоидных гормонов в крови, способствует нормализации углеводного, липидного и минерального обмена, активации процессов лактопоза и лактогенеза.

#### Библиографический список

1. Георгиевский, В. И. Минеральное питание животных / В. И. Георгиевский, Б. Н. Анненков, В. Т. Самохин. – Москва: Колос, 1979. – 471 с. – Текст: непосредственный.
2. Громова, Е. В. Влияние уровня йода в рационе на функциональную активность щитовидной железы / Е. В. Громова, А. В. Кокорев, В. С. Сушков, Г. Г. Смирнов. – Текст: непосредственный // Физиология, морфология и биохимия. – Саранск, 2001. – С. 159-160.
3. Громова, Е. В. Гематологические показатели ремонтных свинок при разных уровнях йода в рационе / Е. В. Громова. – Текст: электронный // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2014. – № 17 (2). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gematologicheskie-pokazateli-remontnyh-svinok-pri-raznyh-urovnyah-yoda-v-ratsione> (дата обращения: 21.08.2019).
4. Хвойницкая, Л. Г. Оценка биохимических показателей углеводного, липидного и электролитного обменов при фитотерапии экспериментального гипертиреоза / Л. Г. Хвойницкая, А. Н. Рябков. – Текст: электронный // Российский

медико-биологический вестник имени академика И.П. Павлова. – 2003. – № 1-2. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-biohimicheskikh-pokazateley-uglevodnogo-lipidnogo-i-elektrolitnogo-obmenov-pri-fitoterapii-eksperimentalnogo-gipertireoza> (дата обращения: 21.10.2019).

5. Самбуров, Н. В. Оценка состояния метаболизма у высокопродуктивных коров / Н. В. Самбуров, Л. И. Кибкало, Е. Я. Лебедев. – Текст: электронный // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2012. – № 1. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-sostoyaniya-metabolizma-u-vysokoproduktivnyh-korov> (дата обращения: 24.09.2019).

6. Балдаев, С. Н. Биохимия нарушений обмена веществ у овец и их профилактика / С. Н. Балдаев, С. А. Кириллов; Бурятский сельскохозяйственный институт. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1991. – 159 с. – Текст: непосредственный.

7. Алиев, А. А. Липидный обмен и продуктивность животных / А. А. Алиев. – Москва: Колос, 1980. – 382 с. – Текст: непосредственный.

8. Gromyko E.V. Otsenka sostoyaniya korov metodami biokhimii // Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza. – 2005. – № 2. – S. 80-94.

9. Афанасьева, А. И. Показатели углеводного и липидного обмена у скота герефордской породы канадской селекции при адаптации к условиям Алтайского края / А. И. Афанасьева, Л. А. Бондырева, В. А. Сарычев. – Текст: электронный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3 (137). – URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-uglevodnogo-i-lipidnogo-obmena-u-skotagerefordskoy-porody-kanadskoy-selektzii-pri-adaptatsii-k-usloviyam-altayskogo-kрая> (дата обращения: 29.09.2019).

10. Афанасьева, А. И. Гормональные и метаболические механизмы адаптации коз горноалтайской пуховой породы / А. И. Афанасьева. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 159 с. – Текст: непосредственный.

11. Камиллов, Ф. Х. Влияние экспериментального гипотиреоза на метаболизм костной ткани и минеральный обмен / Ф. Х. Камиллов, В. Н. Козлов, Т. И. Ганеев, Р. Р. Юнусов. – Текст: электронный // Казанский медицинский журнал. – 2017. – № 6. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-eksperimentalnogo-gipotireoza-na-metabolizm-kostnoy-tkani-i-mineralnyy-obmen> (дата обращения: 21.10.2019).

12. Племяшов, К. В. Проблема продуктивных возможностей и производственного долголетия коров в Ленинградской области / К. В. Племяшов [и др.]. – Текст: непосредственный // Международный вестник ветеринарии. – Санкт-Петербург, 2008. – № 3. – С. 6-8.

13. Cardoso, L.F., Maciel, L.M., Paula, F.J. (2014). The multiple effects of thyroid disorders on bone and mineral metabolism. *Arg. Bras. Endocrinol. Metabol.* 58 (5): 452-462. DOI: 10.1590/0004-2730000003311.

14. Bassett, J.H., Williams, G.R. The skeletal phenotypes of TRalpha and TRbeta mutant mice. *J. Mol. Endocrinol.* 42 (4): 269-282. DOI: 10.1677/JME-08-0142.

### References

1. Georgievskiy V.I. Mineralnoe pitanie zhivotnykh / V.I. Georgievskiy, B.N. Annenkov, V.T. Samokhin. – Moskva: Kolos, 1979. – 471 s.

2. Gromova E.V. Vliyanie urovnya yoda v ratsione na funktsionalnyu aktivnost shchitovidnoy zhelezy / E.V. Gromova, A.V. Kokorev, V.S. Sushkov, G.G. Smirnov // Fiziologiya, morfologiya i biokhimiya. – Saransk, 2001. – S. 159-160.

3. Gromova E.V. Gematologicheskie pokazateli remontnykh svinok pri raznykh urovnyakh yoda v ratsione // Aktualnye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva. – 2014. – No. 17 (2).

4. Khvoynitskaya L.G. Otsenka biokhimicheskikh pokazateley uglevodnogo, lipidnogo i elektrolitnogo obmenov pri fitoterapii eksperimentalnogo gipertireoza / L.G. Khvoynitskaya, A.N. Ryabkov // Ros.

med.-biol. vestn. im. akad. I.P. Pavlova. – 2003. – No. 1-2.

5. Samburov N.V. Otsenka sostoyaniya metabolizma u vysokoproduktivnykh korov / N.V. Samburov, L.I. Kibkalo, E.Ya. Lebedko // Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. – 2012. – No. 1.

6. Baldaev S.N. Biokhimiya narusheniy obmena veshchestv u ovets i ikh profilaktika / S.N. Baldaev, S.A. Kirillov; Buryat. s.-kh. in-t. – Ulan-Ude: Buryat. kn. izd-vo, 1991. – 159 s.

7. Aliev, A.A. Lipidnyy obmen i produktivnost zhivotnykh / A.A. Aliev. – Moskva: Kolos, 1980. – 382 s.

8. Gromyko E.V. Otsenka sostoyaniya korov metodami biokhimii // Ekologicheskii vestnik Severnogo Kavkaza. – 2005. – No. 2. – S. 80-94.

9. Afanaseva A.I., Bondyreva L.A., Sarychev V.A. Pokazateli uglevodnogo i lipidnogo obmena u skota gerefordskoy porody kanadskoy selektzii pri adaptatsii k usloviyam Altayskogo kraя / A.I. Afanaseva, L.A. Bondyreva, V.A. Sarychev // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2016. – No. 3 (137).

10. Afanaseva A.I. Gormonalnye i metabolicheskie mekhanizmy adaptatsii koz gornoaltayskoy pухovoy porody. – Barnaul: Izd-vo AGAU, 2006. – 159 s.

11. Kamilov F.Kh. Vliyanie eksperimentalnogo gipotireoza na metabolizm kostnoy tkani i mineralnyy obmen / F.Kh. Kamilov, V.N. Kozlov, T.I. Ganeev, R.R. Yunusov // Kazanskiy med. zh. – 2017. – No. 6.

12. Plemyashov K.V. Problema produktivnykh vozmozhnostey i proizvodstvennogo dolgoletiya korov v Leningradskoy oblasti / Plemyashov K.V. [i dr.] // Mezhdunarodnyy vestnik veterinarии. – Sankt-Peterburg, 2008. – No. 3. – S. 6-8.

13. Cardoso, L.F., Maciel, L.M., Paula, F.J. (2014). The multiple effects of thyroid disorders on bone and mineral metabolism. *Arg. Bras. Endocrinol. Metabol.* 58 (5): 452-462. DOI: 10.1590/0004-2730000003311.

14. Bassett, J.H., Williams, G.R. The skeletal phenotypes of TRalpha and TRbeta mutant mice. *J. Mol. Endocrinol.* 42 (4): 269-282. DOI: 10.1677/JME-08-0142.

**Работа выполнена в соответствии с тематическим планом-заданием на выполнение научно-исследовательских работ (№ АААА-А18-1180 90300003-7; от 03.09.2018) по заказу Минсельхоза России.**