

На правах рукописи



**Быкова Елена Владимировна**

**Использование органического микроэлементного  
комплекса ОМЭК-7М в питании коров при  
производстве йодированного молока**

06.02.08 – кормопроизводство, кормление  
сельскохозяйственных животных и технология кормов

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Саранск – 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова».

**Научный руководитель:** **Коробов Александр Петрович**  
доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им Н. И. Вавилова», профессор, кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура».

**Официальные оппоненты:** **Зотеев Владимир Степанович**  
доктор биологических наук, ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет», профессор, кафедры «Разведение и кормление сельскохозяйственных животных».

**Кислякова Елена Муллануровна**  
доктор сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия», профессор, кафедры «Кормление сельскохозяйственных животных».

**Ведущая организация:** ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет».

Защита состоится 16 декабря 2020 г. в 12<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д 212.117.02 в ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева» по адресу: 430005, Республика Мордовия, г. Саранск, ул. Большевикская, д. 68, корп. 1, ауд. 706.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке им. М. М. Бахтина ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н. П. Огарева» и на сайтах [www.mrsu.ru](http://www.mrsu.ru) и [www.vak2.ed.gov.ru](http://www.vak2.ed.gov.ru).

Автореферат разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

**Ученый секретарь**  
диссертационного совета



**Мунгин Владимир Викторович**

## 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы.** Организация полноценного кормления коров - основное условие увеличения производства молока. Оно предусматривает оптимальный уровень – энергетического, протеинового, углеводного, жирового, минерального и витаминного питания (Топорова Л.В., 2006; Гамко Л.Н., 2012; Ярмоц Г.А. и др., 2013; Зотеев В.С., Симонов Г.А., Магомедов М.Ш., 2014; Макарец Н.Г., 2017; Кислякова Е.М., Стрелков И.В., 2018).

В организации полноценного питания большое значение имеет оптимальный уровень минерального питания животных. Именно микроминеральному питанию крупного рогатого скота, свиней и птицы в последнее время уделяется всё большее и большее внимание (Спиридонов А.А., Мурашова Е.В., 2010; Фисинин В.И., 2010; Кислякова Е.М., Александрова Л.А., 2013; Николаев С.И., Чехранова С.В., Агапова О.Ю., Кучерова И.А., 2013). В её решение существенный вклад вносит органический микроэлементный комплекс на основе L-аспарагиновой аминокислоты производимый компанией АО «Биоамид» под торговой маркой ОМЭК-7М.

Особенность ОМЭК-7М состоит в том, что он представляет собой готовую смесь микроэлементов: медь, марганец, цинк, железо, кобальт и селен, в форме органических соединений с оптимальным соотношением составных частей для любого вида животных. Смесь соединений металлов с L-аспарагиновой аминокислотой получают из единого технологического раствора и любые высушенные частицы смеси абсолютно идентичны по составу. Такого идеального распределения невозможно достичь при механическом смешивании отдельных соединений (Воронин С.П., Голубов И.И., 2008).

Йод в кормовой добавке ОМЭК-7М представлен ковалентным соединением с аминокислотой тирозин, входящий в состав белка хлебопекарных дрожжей.

Исходя из этого представляется актуальным изучение влияния органических соединений микроэлементов: меди, марганца, цинка, железа, кобальта, селена, органического и неорганического йода на физиологическое состояние и продуктивность коров, и содержание йода в их молоке.

**Цель исследований:** целью наших исследований явилось изучение влияния органического микроэлементного комплекса на основе L-аспарагиновой аминокислоты ОМЭК-7М и органического йода ОМЭК-Й на молочную продуктивность и состав молока коров, по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом, определение оптимального уровня введения органических и неорганических соединений йода в состав премикса для кормления коров.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- определить влияние ОМЭК-7М, смеси неорганического йода и ОМЭК-Й по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом на молочную продуктивность коров;

- определить состав молока коров при скармливании ОМЭК-7М, неорганического йода и ОМЭК-Ј;
- изучить морфологические и биохимические показатели крови у коров получавших ОМЭК-7М, неорганический йод и ОМЭК-Ј;
- установить влияние ОМЭК-7М, ОМЭК-Ј и неорганического йода на показатели содержимого рубца, переваримость и использование питательных веществ кормов;
- дать экономическую оценку скармливания ОМЭК-7М и ОМЭК-Ј дойным коровам и разработать рекомендации производству.

**Научная новизна работы.** Впервые проведены исследования по определению влияния органических микроэлементов Cu, Mn, Zn, Fe, Co и Se в виде аспарагинатов и органического Ј на молочную продуктивность коров, состав молока и содержание в нём йода, морфологический и биохимический состав крови, содержимое рубца, переваримость и использование питательных веществ кормов по сравнению с неорганическими солями этих микроэлементов.

**Теоретическая и практическая ценность** состоит в расширении и углублении знаний о целесообразности применения и влияния неорганических и органических форм Cu, Mn, Zn, Fe, Co и Se в виде аспарагинатов и органического Ј в рационах коров на уровень их молочной продуктивности и качество молока.

Скармливание органического микроэлементного комплекса обеспечивает повышение молочной продуктивности коров и качество молока за счет лучшего использования питательных веществ корма. Обогащение рационов органическими микроэлементами повысило молочную продуктивность в экспериментальных условиях от 5,9 % до 17,4 % и снизило стоимость кормов в структуре себестоимости молока с 53 % до 46 %. Проведенные эксперименты позволяют рекомендовать при производстве премиксов для коров заменять 90 % неорганических микроэлементов на их аспарагинаты.

**Методология и методы исследований.** Методологической основой проводимых исследований явились научные положения отечественных и зарубежных авторов, занимающихся вопросами полноценного кормления коров с использованием в их рационах органических микроэлементных премиксов.

В процессе научной работы применяли следующие методы исследований: зоотехнические (постановка опытов, потребление кормов, молочная продуктивность, эффективность использования кормов, состав молока), расчетно-статистические (достоверность разницы между средними показателями по группам животных), аналитические (обзор литературы, анализ, обобщение результатов). Для биометрической обработки экспериментальных данных применялись стандартные методы анализа. Применение статистики и экономического анализа позволило установить достоверность полученных результатов и их экономическую значимость.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- скармливание коровам ОМЭК-7М, смеси неорганического йода и ОМЭК-Ј по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом повышает уровень молочной продуктивности;

- внесение в рацион коров ОМЭК-7М, смеси неорганического йода и ОМЭК-Ј улучшает качественные показатели производства молока и повышает содержание йода в молоке;

- введение в состав рационов коров ОМЭК-7М, смеси неорганического йода и ОМЭК-Ј оказывает положительное влияние на морфологические и биохимические показатели крови коров по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом;

- использование в составе рационов коров ОМЭК-7М, смеси неорганического йода и ОМЭК-Ј положительно влияет на переваримость питательных веществ и использование азота корма;

- применение в рационах коров ОМЭК-7М, смеси неорганического йода и ОМЭК-Ј по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом повышает экономическую эффективность производства молока.

#### **Апробация работы и степень достоверности результатов.**

Производственная проверка использования органических и неорганических форм микроэлементов проведена в ИП Глава КФХ Быкова О.М. Марксовского района и ООО «Березовское» Энгельского района, Саратовской области. АО «Биоамид» в 2019 г. произвело и реализовало 40 т кормовой добавки ОМЭК-7М.

Материалы и основные результаты диссертационной работы доложены и обсуждены: на конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов Саратовского ГАУ им Н.И. Вавилова по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2015 г. (Саратов, 2016); на Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства» (Саратов, 2017); на Международной научно-практической конференции «Инновации в пищевой технологии, биотехнологии и химии» (Саратов, 2017); на конференции профессорско-преподавательского состава и аспирантов Саратовского ГАУ им Н.И. Вавилова по итогам научно-исследовательской, учебно-методической и воспитательной работы за 2017 г. (Саратов, 2018); на Международной научно-практической конференции «Современное состояние животноводства: проблемы и пути их решения» (Саратов, 2018); на расширенном заседании кафедры «Кормление, зоогигиена и аквакультура» ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова (Саратов, 2020); на расширенном заседании кафедры «Зоотехнии им. профессора С.А. Лапшина» ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарёва» (Саранск, 2020).

**Публикации результатов исследований.** Материалы диссертационной работы опубликованы в 6 научных статьях, в том числе 1 статья в зарубежном журнале, входящем в международную базу цитирования Scopus, 2 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ: «Аграрный научный журнал».

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 158 страницах компьютерного набора и состоит из введения, обзора литературы, материала и методов исследования, результатов собственных исследований и заключения. Работа содержит 54 таблицы, 1 рисунок и 56 приложений. Список использованных источников включает в себя 190 наименований, в том числе 30 на иностранном языке.

## 2. Методология и методы исследования

Экспериментальные исследования и химические анализы выполнены и проведены в период с 2015 по 2020 гг. на базе ИП Глава КФХ Быкова О.М., Марксовского района, и ООО «Берёзовское» Энгельсского района, Саратовской области, химических лабораториях Саратовского ГАУ и АО «Биоамид» г. Саратов. Общая схема исследований представлена на рисунке 1.

Для проведения научно-хозяйственных опытов формировали группы коров по принципу пар-аналогов, с учетом возраста, живой массы, даты последнего отела, продуктивности и физиологического состояния, живая масса коров 500-550 кг со средним годовым удоем 5000-6000 литров молока. Условия кормления и содержания животных были одинаковыми, за исключением изучаемых факторов.

Рационы кормления коров составлялись с учетом химического состава и питательности кормов на основе норм кормления коров, рекомендованных РАСХН (2003) (табл.1).

Таблица 1 – Основной рацион в научно-хозяйственных опытах

Наименование	Количество	
	опыт I, II, IV	опыт III
Трава суданки, кг	55,0	-
Сенаж суданки, кг	-	23,0
Сено суданки, кг	3,5	3,5
Зерно ячменя, кг	2,0	2,0
Зерно ржи, кг	1,0	1,0
Поваренная соль, кг	0,1	0,1
Монокальцийфосфат, кг	0,1	0,1
Премикс, кг	0,1	0,1
В рационе содержится		
ЭЖЕ	16,5	16,4
Обменной энергии, МДж	164,5	173,7
Сухое вещество, кг	16,6	16,1
Сырой протеин, г	2309,5	2315,6
Йод, мг	2,0	3,2

В первом научно-хозяйственном опыте в период с июля по октябрь 2015 г. на трех группах коров, по 10 голов в каждой, определяли влияние неорганического йода и ОМЭК-Ж на молочную продуктивность коров.

Основной рацион был полноценным по уровню энергии и основным группам питательных веществ, но дефицитным по некоторым макро- и микроэлементам. В частности, недостаток йода составил 10,9 мг на голову. Для его восполнения в первом опыте животным 1 опытной группы ежедневно скармливали 10,9 мг неорганического йода. Коровы 2 опытной группы получали в дополнение к основному рациону по 10,9 мг органического йода с ОМЭК-Ж. Содержание йода на 1 кг сухого вещества рациона в контрольной группе составило 0,1 мг, в 1 и 2 опытных группах по 0,7 мг.

Использование органического микроэлементного комплекса ОМЭК-7М в питании коров при производстве йодированного молока					
I научно-хозяйственный опыт			II научно-хозяйственный опыт		
контрольная	1 опытная	2 опытная	контрольная	1 опытная	2 опытная
Основной рацион (ОР)	ОР + премикс, в котором 0,6 мг неорганического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 0,6 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 0,6 мг неорганического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 0,6 мг неорганического J и 0,1 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 0,1 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона
- Кормление коров			- Кормление коров		
- Молочная продуктивность			- Молочная продуктивность		
- Состав молока			- Состав молока		
- Морфологический и биохимический состав крови			- Морфологический и биохимический состав крови, гормональный скрининг		
- Содержание йода в молоке			- Состав рубцового содержимого		
- Экономическая эффективность			- Переваримость питательных веществ		
			- Содержание йода в молоке		
			- Экономическая эффективность		
III научно-хозяйственный опыт				IV научно-хозяйственный опыт	
контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная	Контрольная	опытная
ОР + премикс, в котором 0,93 мг неорганического J и 0,18 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 1,24 мг неорганического J и 0,25 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 1,55 мг неорганического J и 0,31 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 1,86 мг неорганического J и 0,37 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 0,6 мг неорганического J на 1 кг сухого вещества рациона	ОР + премикс, в котором 1,55 мг неорганического J и 0,31 мг органического J на 1 кг сухого вещества рациона
- Кормление коров				- Кормление коров	
- Молочная продуктивность				- Молочная продуктивность	
- Состав молока				- Состав молока	
- Содержание йода в молоке				- Морфологический и биохимический состав крови, гормональный скрининг	
				- Состав рубцового содержимого	
				- Содержание йода в молоке	
				- Экономическая эффективность	
Производственная апробация					
Рекомендации производству					

Рисунок 1. Общая схема исследований

Во втором научно-хозяйственном опыте определялось влияние ОМЭК-7М, неорганического йода и ОМЭК-Ј по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом (контрольная группа) на продуктивность коров. В дополнение к основному рациону все животные получали 100 г премикса.

Животные 1 опытной группы в составе основного рациона получали премикс с ОМЭК-7М, в котором 0,6 мг неорганического йода в виде йодата кальция и 0,1 мг органического йода в составе ОМЭК-Ј на 1 кг сухого вещества. Животные 2 опытной группы получали такой же премикс, как в 1 опытной группе, но без неорганического Ј. Содержание йода на 1 кг сухого вещества рациона составило в контрольной группе 0,7 мг, в первой опытной 0,8 мг и во второй опытной группе 0,2 мг. В третьем научно-хозяйственном опыте определялось влияние органических солей микроэлементов и разного уровня йода на четырех группах коров. Все животные получали в составе премикса с ОМЭК-7М аспарагинаты марганца, цинка, меди, железа, кобальта и селена. Содержание йода на 1 кг сухого вещества рациона составило в контрольной группе 1,3 мг, в 1 опытной 1,7 мг, во 2 опытной 2,1 мг и в 3 опытной группе 2,5 мг.

В четвертом научно-хозяйственном опыте проводилась производственная апробация на двух группах коров, одна из которых – контрольная, получала в составе премикса микроэлементы в виде сульфатов, в которой неорганического йода 0,6 мг на 1 кг сухого вещества, а опытная группа получала в составе премикса с ОМЭК-7М аспарагинаты марганца, цинка, меди, железа, кобальта и селена в количестве в 10 раз меньше, чем в контрольной, а неорганического йода из расчета 1,55 мг и 0,31 мг органического йода на 1 кг сухого вещества. Содержание йода на 1 кг сухого вещества рациона составило в контрольной группе 0,7 мг, а в опытной 2,0 мг. В конце второго научно-хозяйственного опыта по методике ВИЖА была определена переваримость основных групп питательных веществ.

В кормах определялась первоначальная влага путем высушивания образца корма при температуре 60-65 °С до постоянной массы. Гигроскопическая влага определялась высушиванием корма в термостате при температуре 100-105 °С до постоянной массы. Общая влага определялась расчетным путем и равнялась сумме первоначальной влаги и процента гигроскопической воды содержащейся в 100 г корма с полной влагой. Общее содержание азота и сырой протеин определили по методу Кьельдаля (ГОСТ 51417-99 (ИСО 5988-97)). Сырой жир определяли методом экстрагирования в навеске корма в аппарате Сокслета (ГОСТ 13496.15-97). Сырая клетчатка определялась по Генненбергу и Штоману (ГОСТ 13496.2-91). Безазотистые экстрактивные вещества – расчетным методом. Сырая зола – сухим озолением в муфельной печи при температуре 450-500 °С (ГОСТ 13979.6-69). В моче определяли азот – по методу Кьельдаля (Лебедев П.Т., Усович А.Т., 1976). Молочную продуктивность рассчитывали по контрольным дойкам (один раз в 10 дней), а в период балансового опыта – ежедневно. Содержание в молоке жира и белка определяли на аппарате анализаторе качества молока «Лактан 1-4 М», во время контрольных доек.



Анализ крови подопытных коров проводился в УНТЦ «Ветеринарный госпиталь» ФГБОУ ВО Саратовского ГАУ на иммуноферментном и биохимическом анализаторе марки «Chem Well – Combi» автоматического типа. Содержание йода в молоке было определено в химической лаборатории АО «Биоамид» кинетически-роданидно нитритным методом (ГОСТ 28458-90).

В содержимом рубца, в начале и в конце каждого опыта, определяли кислотность, ферментативную активность, количество инфузорий в 1 мл, общее количество летучих жирных кислот методом ЛЖК – паровой дистилляцией в аппарате Маркгама с последующим титрованием отгона (Кроткова А.П., Митин Н.И., 1957; Кондрахин И.П., Курилов Н.В., Малахов А.Г., и др., 1985). Экономическая эффективность использования органических микроэлементов была определена на основе данных стоимости кормов и минеральных подкормок, затратам денежных средств на производство одного литра молока в условиях данного хозяйства. Полученные экспериментальные данные были подвергнуты статистической обработке по методам Г.Ф. Лакина (1990) с использованием программного пакета Microsoft Excel 2013.

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

#### 3.1. Влияние неорганического йода и ОМЭК-Ж на молочную продуктивность и состав молока коров

В период 1 опыта уровень обменной энергии во всех подопытных группах был одинаковым и составлял 164,5 МДж. Потребление сухого вещества коровами составило 3,3 кг на 100 кг живой массы. В 1 кг сухого вещества основного рациона содержалось 0,99 МДж обменной энергии, 13,95 % сырого протеина, 23,77 % сырой клетчатки, сахаро-протеиновое отношение равнялось 0,73, а отношение кальция к фосфору – 2,4:1.

В процессе исследований установили, что при увеличении срока лактации молочная продуктивность коров снижалась. В контрольной группе — в августе на 13,5 %, в сентябре на 26,3 %, в октябре на 36,8 %. В 1 опытной группе — в августе на 5,4 %, в сентябре на 19,7 %, в октябре на 27,3 %. Во 2 опытной группе в августе — на 4,2 %, в сентябре на 6,7 %, в октябре на 15,8 % (табл. 2).

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров

Показатель	Период опыта	Группа животных		
		контрольная	1 опытная	2 опытная
Среднесуточный удой, л	Предварительный, 30 дней	17,1±1,4	16,9±1,1*	17,8±1,5*
Среднесуточный удой, л	Учетный, 92 дня	12,7±1,1	13,9±0,7*	16,7±1,1**
Молочный жир, %		3,7±0,1	3,6±0,1*	3,7±0,2*
Молочный белок, %		3,2±0,0	3,3±0,0*	3,3±0,0*

\*-  $P < 0,95$ ; \*\*-  $P > 0,95$

Результаты опыта показали, что коровы опытных групп, получавшие йодные подкормки в виде неорганического и органического йода более полно проявили свой генетический потенциал и эффективнее использовали питательные вещества рациона для производства молока. Удой коров опытных групп по

сравнению с контрольной вырос на 9,6–31,4 %. Достоверная разница содержания жира в молоке была во второй месяц эксперимента во 2 опытной группе.

В целом содержание жира в молоке коров контрольной группы колебалось от 3,5 % до 4,1 %, в 1 опытной группе от 3,4 % до 3,9 % ( $P < 0,95$ ) и во 2 опытной группе от 3,4 % до 4,1 % ( $P < 0,95$ ). Содержание белка в молоке, в учетный период опыта, показывает достоверную разницу у животных 2 опытной группы в третьем месяце.

В сыворотке крови коров 2 опытной группы, отмечается увеличение общего белка, что свидетельствует об усилении синтезирующей функции печени и активизации белкового обмена в организме животных (табл. 3). Анализируя уровень глюкозы в крови коров, можно констатировать повышение уровня глюкозы до 4,9 и 5,25 ммоль/л у животных опытных групп, а в контроле до 5,86, что, по-видимому, связано с усилением процесса гликолиза или увеличением синтеза гликогена в печени коров.

Таблица 3 - Биохимические показатели сыворотки крови коров

Показатель	Ед. измерения	Группа животных					
		контрольная		1 опытная		2 опытная	
		в начале	в конце	в начале	в конце	в начале	в конце
Общий белок	г/%	78,4±4,1	75,9±4,4	81,8±1,6*	77,2±0,7*	74,9±4,4*	82,6±1,4***
Глюкоза	ммоль/л	3,0±0,1	5,9±0,5	3,0±0,3*	4,9±0,3*	3,0±0,2*	5,3±0,3*
Щелочной резерв	объем CO <sup>2</sup>	54,1±1,0	66,5±1,0	52,2±1,2*	65,4±0,8*	57,1±2,0*	65,4±0,6*
Мочевина	ммоль/л	2,3±0,1	0,7±0,2	2,2±0,1*	1,4±0,1**	2,4±0,3*	0,8±0,2*
Каротин	мг/%	0,7±0,1	0,3±0,03	0,7±0,1*	0,3±0,03*	0,7±0,1*	0,3±0,03*
Кальций	ммоль/л	2,9±0,1	2,7±0,1	2,9±0,01*	2,9±0,1*	2,9±0,05*	2,9±0,07*
Фосфор	ммоль/л	2,4±0,1	3,0±0,2	2,4±0,1*	3,1±0,1*	2,4±0,05*	2,9±0,1*
Отношение кальция к фосфору		1,22	0,90	1,21	0,94	1,21	0,98

\*-  $P < 0,95$ ; \*\*-  $P > 0,95$ ; \*\*\*-  $P > 0,99$

Показатели щелочного резерва крови оставались в пределах физиологических норм у всех коров на протяжении всего опыта. Изменения данных мочевины в крови отмечали как в опытных, так и в контрольной группах к концу опыта, что позволяет говорить об усилении процессов превращения аммиака в мочевину в печени. Уменьшение уровня каротина в сыворотке крови объясняется переходом с пастбищного периода на стойловый и снижением содержания каротина в рационах животных.

Показатели фосфорно-кальциевого обмена у коров свидетельствует о нормально протекающих обменных процессах и сохранении кислотно-основного гомеостаза в организме животных. Соотношение кальция к фосфору в сыворотке крови в конце опыта составило в контрольной группе 0,90, в 1 опытной - 0,94 и во 2 опытной группе - 0,98. Отношение кальция и фосфора в начале опыта у всех групп было практически одинаковым, в конце опыта отмечается тенденция к повышению этого соотношения в 1 и 2 опытных группах.

В первом опыте нами проведено сравнительное изучение влияния неорганического и органического йода на содержание йода в молоке (табл. 4).

Таблица 4 - Содержание йода в молоке коров, мкг/л

Группа	Период опыта		
	начало опыта	7-й день опыта	конец опыта
Контрольная	23,3± 2,0	23,5 ± 2,2	23,2 ± 2,7*
1 опытная	23,6± 2,1	25,5± 2,8*	30,7 ± 1,3*
2 опытная	23,1± 2,2	60,2 ± 4,1**	85,0 ± 5,4**

\*- P<0,95; \*\*- P>0,99

В период опыта содержание йода в молоке коров контрольной и 1 опытной группы, получавшей в качестве йодной подкормки неорганический йод было практически одинаковым (P<0,95), а содержание йода в молоке коров, получавших органический йод в виде ОМЭК-Ј, в конце учетного периода оказалось значительно больше (P>0,99).

### 3.2. Влияние неорганических и органических микроэлементов с различным количеством йода на продуктивность и метаболические процессы в организме коров

Во втором научно-хозяйственном опыте изучали влияние аспарагинатов и сульфатов микроэлементов в сочетании с неорганическим и органическим йодом в составе премиксов на молочную продуктивность и состав молока. Использование органических соединений меди, цинка, марганца, железа, кобальта и селена в виде аспарагинатов, в значительно уменьшенных дозах (в 10 раз) и йода в виде ОМЭК-Ј по сравнению с сульфатами микроэлементов привело в этом эксперименте во 2 опытной группе в учетный период опыта к снижению среднесуточного удоя молока на 2,9 % и повышению содержания в нем жира и белка (табл. 5).

Таблица 5 – Молочная продуктивность коров

Показатель	Период опыта	Группа животных		
		контрольная	1 опытная	2 опытная
Среднесуточный удой, л	Предварительный, 30 дней	21,7±1,1	21,4±1,4*	21,4±0,8*
Среднесуточный удой, л	Учетный, 92 дня	14,3±1,2	15,5±0,9*	13,9±0,6*
Удой, %		100,0	107,8	97,1
Молочный жир, %		3,6±0,1	3,7±0,1*	4,1±0,1***
Молочный белок, %		3,3±0,0	3,4±0,0*	3,5±0,0**

\*- P<0,95; \*\*- P>0,95; \*\*\*- P>0,999

Показатели морфологического состава крови находились в пределах физиологической нормы. Наряду с этим у животных 1 опытной группы в конце эксперимента отмечают более высокие показатели количества эритроцитов, тромбоцитов, гранулоцитов, гемоглобина и тромбокрита. В то же время незначительно снизились показатели содержания лейкоцитов, моноцитов,

средний объем эритроцитов, средний объем тромбоцита, ширина распределения тромбоцитов, гемокрит.

У животных 2 опытной группы отмечались аналогичные, но менее выраженные изменения с некоторыми особенностями. По сравнению с 1 группой у них увеличилось содержание в крови лейкоцитов за счет лимфоцитов, моноцитов, увеличился цветной показатель, ширина распределения эритроцитов, повысилось содержание гемоглобина и снизился средний объем эритроцитов. Исходя из этого можно предположить об активизации гемопоэза у животных 1 и 2 опытных групп по сравнению с контрольной.

Установлено, что содержание общего белка в крови коров контрольной группы к концу опыта снизилось с 80,0 до 75,8 г/л, в 1 опытной группе с 86,0 до 62,6 г/л, а во 2 опытной группе с 72,8 до 65,4 г/л. Наши данные о содержании общего белка показывают, что они не выходили за пределы физиологической нормы, но тенденция снижения его содержания в 1 и 2 опытных группах косвенно свидетельствуют об улучшении его использования в опытных группах, получавших микроэлементы в органическом виде.

Об углеводном обмене у коров судили по содержанию глюкозы в сыворотке крови и активности амилазы. По нашим данным более высокий уровень глюкозы в крови был у животных 1 опытной группы –  $4,1 \pm 0,3$  ммоль/л, у животных контрольной и 2 опытной группы он составил соответственно  $3,2 \pm 0,1$  и  $3,3 \pm 0,7$  ммоль/л. В конце учетного периода мы отмечаем, снижение активности амилазы у животных 1 и 2 опытных групп соответственно до 73,3 и 66,1 ед/л, по сравнению с 78,4 ед/л в контрольной группе.

В конце эксперимента снижалось содержание щелочной фосфатазы в 1 и 2 опытных группах до  $64,9 \pm 5,8$  и  $48,6 \pm 3,6$  ед/л, по сравнению с контрольной группой, где уровень щелочной фосфатазы составил  $125,0 \pm 12,2$  ед/л. Это свидетельствует о более оптимальных параметрах минерального обмена у животных 1 и 2 опытных групп.

Лабораторные исследования содержимого рубца в конце второго научно-хозяйственного опыта приводятся в таблице 6.

Таблица 6 - Уровень ЛЖК в содержимом рубца

Группа	РН	Содержание ЛЖК, %			
		уксусная	пропионовая	масляная	сумма 3-х кислот
Контрольная	6,94	$72,1 \pm 2,1$	$16,5 \pm 1,5$	$11,4 \pm 0,6$	100,0
1 опытная	6,94	$72,7 \pm 0,2$	$15,6 \pm 1,0$	$11,7 \pm 1,3$	100,0
2 опытная	6,92	$71,8 \pm 1,9$	$15,3 \pm 0,6$	$12,9 \pm 1,3$	100,0

Соотношение уксусной и пропионовой кислот в рубце коров в нашем эксперименте приведены в таблице 7. У коров контрольной группы оно составило 4,3:1, в 1 опытной группе 4,7:1 и во 2 опытной группе 4,6:1.

Содержание жира в молоке коров за период опыта соответственно по группам составило 3,63 %, 3,75 %, и 4,12 %, что подтверждает литературные данные о положительной зависимости между соотношением уксусной и пропионовой кислот в содержимом рубца и содержанием жира в молоке.

Таблица 7 – Жирность молока, соотношение уксусной и пропионовой кислот

Соотношение уксусной и пропионовой кислот	Жирность молока, %
Контрольная 4,3:1	3,6±0,4
1 опытная 4,7:1	3,7±0,7
2 опытная 4,6:1	4,1±0,3

В целом переваримость питательных веществ в обеих группах была на высоком уровне (табл. 8).

Таблица 8 – Коэффициенты переваримости питательных веществ рациона, %

Показатель	Группа животных	
	контрольная	1 опытная
Сухое вещество	62,4±0,5	65,6±0,8**
Органическое вещество	64,9±0,7	67,5±0,9**
Сырой протеин	57,6±0,7	63,3±3,2*
Сырой жир	50,3±0,6	51,1±0,8*
Сырая клетчатка	62,9±3,0	65,3±0,3*
БЭВ	68,7±2,9	71,1±1,1*

\*- P<0,95; \*\*- P>0,95

У животных 1 опытной группы, получавших аспарагинаты микроэлементов, сухое и органическое вещество рациона переваривалось достоверно лучше, чем в контрольной.

Данные таблицы 9 свидетельствуют о том, что использование переваримого азота корма коровами в 1 опытной группе, получавших микроэлементы в органической форме, составило в среднем 41,2 %, а в контрольной, получавшей сульфаты микроэлементов - 36,3 %, что на 5 % ниже.

Таблица 9 – Среднесуточный баланс азота

Группа	Принято, г	Выделено, г			Усвоенное азота корма, %
		с калом	с мочой	с молоком	
Контрольная	327,0±5,3	138,7±4,5	55,0±2,4	65,0±4,7	36,3±2,3
1 опытная	339,1±4,2**	124,4±11,2*	46,7±5,3*	78,9±5,7**	41,2±2,8*

\*- P<0,95; \*\*- P>0,95

Данные о содержании йода в молоке коров показывают то, что его было больше в молоке коров 1 опытной группы получавших йод в органической и неорганической форме (табл. 10).

Таблица 10 - Содержание йода в молоке во II научно-хозяйственном опыте, мкг/л

Группа	Период опыта	
	начало опыта	в конце опыта
Контрольная	21,0±2,3	39,0±1,7
1 опытная	19,0±3,4	82,0±5,2*
2 опытная	19,0±2,0	25,0±0,5*

\* - P>0,999

Обогащение рационов коров органическими соединениями йода способствует не только увеличению содержания йода в молоке, но и увеличению содержания в нем белка, что связано с действием продуцируемого щитовидной железой

гормона тироксина, составной частью которого является йод. Во втором эксперименте уровень ТТГ при постановке на опыт в контрольной группе составил 1,6 мкЕд/мл, в подопытных соответственно 2,0 и 2,1 мкЕд/мл (табл. 11).

Таблица 11 - Гормональный скрининг крови подопытных коров

Показатель	Группа животных					
	контрольная		1 опытная		2 опытная	
	начало	конец	начало	конец	начало	конец
Тиреотропный гормон ТТГ мкЕд/мл	1,6±0,2	2,1±0,2	2,0±0,3*	2,4±0,2*	2,1±0,2*	2,4±0,3*
Трийодтиронин Т3 н моль/л	0,7±0,2	1,4±2,0	1,5±0,1**	1,6±1,0*	0,8±0,1*	1,3±0,2*
Т4 свободный тироксин н моль/л	10,1±1,9	13,1±1,9	13,3±1,4*	12,2±1,4*	10,6±0,7*	12,8±0,9*
Общий тироксин Т4 н моль/л	28,9±4,5	34,2±5,0	38,2±2,3*	37,0±3,3*	30,5±0,9*	32,3±3,1*
Отношение Т4:Т3	41,3	24,4	25,5	23,1	38,1	24,8

\*-  $P < 0,95$ ; \*\*-  $P > 0,99$

После 3-х месяцев скармливания микроминеральных подкормок с различной формой микроэлементов в крови подопытных коров отмечаем увеличение уровня ТТГ до 2,1 мкЕд/мл в контрольной группе и до 2,4 мкЕд/мл в опытных группах. Повышения уровня ТТГ приводило к возрастанию уровня образования и выведения йодсодержащих гормонов.

### 3.3. Влияние неорганических и органических микроэлементов с различным количеством йода на продуктивность и содержания йода в молоке коров

В третьем научно-хозяйственном опыте мы определяли валовый удой, содержание жира и белка в молоке коров (табл. 12).

Таблица 12 – Молочная продуктивность коров

Показатель	Период опыта	Группа животных			
		контрольная	1 опытная	2 опытная	3 опытная
Среднесуточный удой, л	Предварительный, 30 дней	15,3±2,5	15,6±2,0	15,6±4,0	15,5±3,0
Среднесуточный удой, л	Учетный, 30 дней	14,9±2,6	15,0±3,1	17,9±3,6	12,9±2,7
Удой, %		100,0	101,0	120,2	86,7
Молочный жир, %		4,5±0,2	4,6±0,1	4,6±0,2	4,9±0,2
Молочный белок, %		3,3±0,1	3,3±0,0	3,4±0,1	3,3±0,1

Биометрическая обработка данных о молочной продуктивности коров в учетный период опыта показала недостоверное увеличение молочной продуктивности коров в 1 и 2 группах и недостоверное снижение продуктивности в 3 группе. Различное потребление йода привело к изменениям содержания жира в молоке. Увеличилось содержание жира в 1, 2 и 3 группах. Однако эти различия

были не достоверными. В начале опыта содержание йода в образцах молока составляло 13,0-16,0 мкг/л, в конце опыта содержание йода в молоке по мере увеличения его в основном рационе коров увеличивалось с 62,0 до 261,0 мкг/л.

По рекомендациям Министерства Здравоохранения РФ минимальной дозой йода в молоке коров РФ должно быть 200 мкг/л. Полученные данные дали нам основание для проведения четвертого, более длительного, научно-хозяйственного опыта, где в опытной группе мы скормливали премикс, содержащий 1,55 мг неорганического йода и 0,31 мг органического йода в виде ОМЭК-Ј на 1 кг сухого вещества рациона.

Таблица 13 - Содержание йода в молоке, мкг/л

Группа	Период опыта	
	начало опыта	конец опыта
Контрольная	16,0±2,2	62,0±4,3
1 опытная	13,0±1,8*	145,0±5,3**
2 опытная	16,0±2,8*	191,0±5,5**
3 опытная	14,0±1,8*	261,0±7,5**

\* - P<0,95; \*\* - P>0,999

### 3.4. Влияние неорганических и органических солей микроэлементов на продуктивность и метаболические процессы в организме коров

В четвертом научно-хозяйственном опыте исследования проводились на двух группах коров, одна из которых - контрольная получала в составе премикса микроэлементы в виде сульфатов и 0,7 мг йода на 1 кг сухого вещества, а вторая опытная группа получала в составе премикса аспарагинаты и 2,0 мг йода на 1 кг сухого вещества. Молочная продуктивность коров представлена в таблице 14.

Таблица 14 – Молочная продуктивность коров

Показатель	Период опыта	Группа животных	
		контрольная	опытная
Среднесуточный удой, л	Предварительный, 30 дней	18,6±1,3	19,0±1,6
Среднесуточный удой, л	Учетный, 91 день	15,5±0,3	17,4±0,9**
Удой, %		100,0	112,1
Молочный жир, %		3,7±0,1	4,0±0,1**
Молочный белок, %		3,3±0,0	3,4±0,0*

\* - P<0,95; \*\* - P>0,95

За учетный период среднесуточный удой коров в опытной группе составил 17,4 л, а у животных контрольной группы - 15,5 л. Жирность молока коров контрольной группы составила 3,7 %, а в опытной группе 4,0 % (P>0,95).

Показатели морфологического и биохимического состава крови в четвертом научно-хозяйственном опыте находились в пределах физиологической нормы.

В опытной группе, отмечено увеличение содержания йода в молоке. Так во втором исследовании количество йода повысилось с 65,7 до 182 мкг/л, в третьем исследовании с 63,3 до 193,3 мкг/л, и в четвертом с 81,7 до 200,0 мкг/л (табл.15).

Таблица 15 - Содержание йода в молоке коров, мкг/л

Группа	Кратность определения йода			
	I	II	III	IV
Контрольная	15,7±3,4	65,7±8,3	63,3±8,8	81,7±6,0
Опытная	10,0±0,0	182±18,0*	193,3±8,8**	200,0±15,3**

\* -  $P > 0,99$ ; \*\* -  $P > 0,999$

В нашем эксперименте уровень ТТГ при постановке на опыт в контрольной группе составил  $1,6 \pm 0,2$  мкЕд/мл, в опытной  $1,4 \pm 0,2$  мкЕд/мл, в конце эксперимента соответственно  $2,2 \pm 0,4$  и  $1,9 \pm 0,6$  мкЕд/мл.

Экономическая эффективность производства молока в среднем на голову в день при скармливании неорганического и органического йода в четвертом опыте приводится в таблице 16.

Таблица 16 - Экономическая эффективность использования неорганического и органического йода в рационах коров в IV опыте

Показатель	Группа животных	
	контрольная	опытная
ЭЖЕ	16,5	16,5
Сырого протеина, г	2245,0	2245,0
Среднесуточный удой 4 % молока, л	14,7	17,3
Цена реализации 1 кг молока, руб.	35,0	35,0
Стоимость реализованного молока, руб.	514,1	604,1
Стоимость кормов на 1 корову в день, руб.	37,5	39,4
Стоимость кормов на 1 л молока, руб.	2,5	2,3
Стоимость кормов, %	100,0	89,4

За 91 день учетного периода среднесуточный удой, в контрольной группе получавшей в составе премиксов сульфаты микроэлементов и 0,7 мг неорганического йода на 1 кг сухого вещества составил 14,7 л, а в опытной группе, получавшей в составе премикса ОМЭК-7М и 2,0 мг йода на 1 кг сухого вещества удой составил – 17,3 л. Стоимость кормов затраченных на 1 л молока в контрольной группе составила 2,5 руб., а в опытной группе – 2,3 руб. Полученные данные показывают об экономической эффективности использования органического йода в рационе коров.



## 4. Заключение

### 4.1. Выводы

Обобщение полученных нами результатов, по изучению эффективности использования органического микроэлементного комплекса на основе L-аспарагиновой аминокислоты (ОМЭК-7М) и органического йода (ОМЭК-Ј) в питании коров при производстве молока, позволяет сделать следующие выводы:

1. Скармливание коровам на 1 кг сухого вещества в сутки, 1,55 мг неорганического йода и 0,31 мг органического йода повышает уровень молочной продуктивности на 5,9-17,4 %, по сравнению с коровами, получавшими сульфаты микроэлементов и неорганическим йодом из расчета 0,6 мг на 1 кг сухого вещества.

2. Использование в рационе коров кормовой добавки ОМЭК-7М, неорганического и органического йода повышает содержание в молоке йода с 63,3-81,7 до 182,0-200,0 мкг/л, жира на 0,08-0,26 % и белка на 0,03-0,07 % в натуральном выражении, по сравнению с контрольной группой.

3. Биохимические показатели крови коров, получавших органические и неорганические формы микроэлементов, находились в пределах физиологических норм, с тенденцией их улучшения у коров опытной группы. Так содержание эритроцитов у коров контрольной группы в конце 2 опыта составило  $5,8 \cdot 10^{12}/л$ , а в опытной  $6,0 \cdot 10^{12}/л$ . Содержание общего белка к концу опыта в контрольной группе снизилось с 72,1 до 68,0 г/л, а в опытной группе с 73,1 до 66,7 г/л.

4. Применение в составе рационов коров опытной группы кормовой добавки ОМЭК-7М, неорганического и органического йода повышает переваримость сухого вещества на 3,19 %, органического вещества – 2,63 %, сырого протеина – 5,7 %, сырого жира – 0,84 %, сырой клетчатки – 2,34 %, безазотистых экстрактивных веществ – 2,34 %, кальция – 6,83 % и фосфора на 3,77 %, и использование азота на 4,98 %, по сравнению с сульфатами микроэлементов и неорганическим йодом.

5. Добавление в рацион коров кормовой добавки ОМЭК-7М, неорганического йода и ОМЭК-Ј повышает стоимость реализованного молока от одной головы в сутки на 90,00 руб. и снижает затраты корма на производство 1 л молока на 10,59 %, по сравнению с контрольной группой.

### 4.2. Предложение производству

На основании научных и экспериментальных данных, полученных в период трехлетнего кормления 360 дойных коров в ООО «Березовское» Энгельсского района, Саратовской области, мы рекомендуем:

1. Для повышения молочной продуктивности коров и уровня йода в молоке до 200 мкг/л ежедневно скармливать коровам с концентрированными кормами на 1 кг сухого вещества рациона 1,55 мг неорганического йода и 0,31 мг органического йода в виде ОМЭК-Ј.

### 4.3. Перспективы дальнейшей разработки темы

В перспективе планируется дальнейшее исследование влияния органического микроэлементного комплекса на основе L-аспарагиновой аминокислоты ОМЭК-7М и органического йода в виде ОМЭК-Ј на продуктивность ремонтного молодняка крупного рогатого скота и влияния обогащенного йодом коровьего молока на физиологическое состояние людей.

## СПИСОК РАБОТ ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

### Публикации в журналах СКОПУС

1. Bykova E.V. Effect of chelating compounds of microelements for iodine enrichment of cow milk / Bykova, E.V., Voronin, S.P., Korobov, A.P., Vasiliev, A.A., Kudinov, A.V., Zimens, Y.N. // On Line Journal of Biological Sciences, 2018, 18 (3): 285.289.

### Публикация в изданиях, определенных перечнем ВАК РФ

2. Быкова Е.В. Влияние органического микроэлементного комплекса йода ОМЭК-Ј на метаболические процессы в организме дойных коров / Е.В. Быкова, А.П. Коробов // Аграрный научный журнал. - 2017. - № 6. - С. 3-6.

3. Быкова Е.В. Влияние неорганических и органических форм микроэлементов на метаболические процессы в организме дойных коров / Е.В. Быкова, А.П. Коробов, И.И. Калюжный, А.П. Гуменюк // Аграрный научный журнал. - 2018. - № 9. - С. 10-15.

### Публикации в других изданиях

4. Коробов А.П. ОМЭК-Ј – источник йода для коров / А.П. Коробов, А.П. Гуменюк, Е.В. Быкова // Животноводство России. – 2015. – № 5. – С. 60-61.

5. Быкова Е.В. Влияние органических солей микроэлементов в рационах коров на содержание йода в молоке / Е.В. Быкова, А.П. Коробов, А.П. Гуменюк // Мат. междунауч. науч. практ. конф. Актуальные вопросы производства продукции животноводства и рыбоводства. - ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2017. – С. 44-53.

6. Быкова Е.В. Проблема йодной недостаточности. Применение органических соединений микроэлементов в рационах коров для обогащения молока йодом / Е.В. Быкова, С.П. Воронин, А.П. Коробов, А.П. Гуменюк // Мат. междунауч. науч. практ. конф. Инновации в пищевой технологии, биотехнологии и химии. – ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2017. – С. 232-237.