

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА СССР**

**ВИТЕБСКИЙ ВЕТЕРИНАРНЫЙ ИНСТИТУТ  
ИМ. ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ**

---

**Аспирант В. И. ГИДРАНОВИЧ**

**ВЛИЯНИЕ СЕЛЕНА НА УГЛЕВОДНО-ФОСФОРНЫЙ  
ОБМЕН У ЖИВОТНЫХ И НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ  
О ЕГО РОЛИ ПРИ БЕЛОМЫШЕЧНОЙ БОЛЕЗНИ ЯГНЯТ**

**А в т о р е ф е р а т**  
**диссертации на соискание ученой степени кандидата**  
**биологических наук**

**Научный руководитель — доктор биологических наук,  
профессор Ф. Я. БЕРЕНШТЕИН**

**г. Витебск—1966 г.**

Работа выполнена на кафедре биохимии Витебского ветеринарного института им. Октябрьской революции.

Диссертация изложена на 231 странице машиннописи, содержит 16 диаграмм и 47 таблиц, имеется приложение.

Литературный указатель содержит 351 наименование, в том числе 182 иностранных.

Защита диссертации состоится на заседании Ученого совета Витебского ветеринарного института „ 5 „ 1192 1966 года.

Автореферат разослан „ \_\_\_\_\_ 1966 г.

Учение о микроэлементах приобретает с каждым годом все большее и большее значение в биологии, сельском хозяйстве и медицине. Выяснение биологической роли микроэлементов неразрывно связано с развитием биогеохимии. Основоположники этой науки советские ученые В. И. Вернадский и А. П. Виноградов установили полную взаимосвязь живых организмов с окружающей их средой. В настоящее время в растительных и животных организмах обнаружено присутствие почти всех известных нам элементов, но биологическая роль многих из них остается невыясненной.

В литературе все больше накапливается данных о связи микроэлементов с белками, ферментами, витаминами, гормонами и другими веществами. Находясь в структуре биологически активных соединений, микроэлементы принимают активное участие в регуляции важнейших биохимических процессов. Они имеют большое значение для процессов роста, размножения, кроветворения, иммунитета и ряда других важных физиологических функций. Установлено, что как недостаточное, так и избыточное поступление микроэлементов в организм вызывает глубокие нарушения в обмене веществ и в ряде случаев приводит к гибели животных.

Селен является сравнительно малоизученным микроэлементом, и до 1957 года он считался исключительно токсическим для организма животных. Однако исследованиями К. Schwarz и сотрудников, А. А. Кудрявцева и сотрудников, П. И. Кокурничева, П. Каарде и других установлено, что селен является незаменимым микроэлементом. Он входит в состав фактора-В, предупреждает развитие эксудативного диатеза у цыплят и различных дистрофий у животных. Сфера применения селена с каждым годом расширяется в нашей стране и за рубежом.

Большинство исследователей считает, что возникновение беломышечной болезни ягнят и различных дистрофий у других видов животных связано с селеновой недостаточностью.

Установлено, что при беломышечной болезни ягнят и различных дистрофиях у животных наблюдаются поражение мышц и печени, а также нарушение углеводно-фосфорного

обмена. В связи с тем, что нормальное функционирование печени и мышечной ткани тесным образом связано с этим видом обмена, мы и поставили перед собой задачу изучить роль селена в углеводно-фосфорном обмене. Кроме того, в задачу наших исследований входила проверка эффективности селена при беломышечной болезни ягнят и влияния его на рост этих животных.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Влияние селена на углеводно-фосфорный обмен изучали в опытах на кроликах с подкожным введением селената и селенита натрия и в хронических опытах на кроликах и овцах при длительной подкормке их селенитом натрия.

Для проведения опытов подбирали здоровых кроликов, примерно 7-месячного возраста и старше, с живым весом от 2 до 3,5 кг. Рацион опытных животных в зимний период состоял из 150—200 г сена, 100—150 г корнеклубнеплодов и 70 г концентратов. В летний период вместо сена и корнеклубнеплодов кролики получали 500 г травы.

В острых опытах на кроликах для исследования брали кровь через 16 часов после кормления, затем подкожно вводили селенат или селенит натрия в дозах 0,05; 0,15; 0,30 и 0,60 мг на 1 кг живого веса, из расчета на чистый селен, и кровь брали через 1,2 и 3 часа после введения. Кровь исследовали на содержание в ней сахара, суммы пентоз, пентоз адениловых соединений, глицогена, пировиноградной кислоты, общего и неорганического фосфора, а также активность амилазы.

Для проведения опытов с подкормкой селеном из трех пометов было подобрано 14 кроликов в возрасте 7 месяцев. Животные содержались в индивидуальных клетках. Рацион кроликов в зимне-весенний период состоял из 150 г сена, 150 г корнеклубнеплодов и 70 г зерна кукурузы. В летний период кролики получали 70 г зерна кукурузы и 500 г травы. Опыт продолжительностью в 128 дней состоял из двух периодов: подготовительного — 44 дня и опытного — 84 дня. В опытный период кролики были разделены на опытную и контрольную группы по 7 голов в каждой. Животные опытной группы в опытный период дополнительно к основному рациону, в котором содержалось 14,8 мкг селена, получали селенит натрия в количестве, соответствующем 0,1 мг селена на 1 кг живого веса. На протяжении всего периода опыта один раз в неделю перед утренним кормлением у кроликов брали кровь для ис-

следования в ней тех же показателей углеводно-фосфорного обмена, что и в острых опытах. После забоя в органах кроликов определялось содержание селена, а в печени и мышцах — содержание свободного сахара, гликогена, фосфора АТФ и креатинфосфата.

В хронических опытах на овцах было использовано 12 ярок латвийской темноголовой породы в возрасте 10 месяцев. На протяжении всего опыта кормление было однотипным и рацион состоял из 1 кг сена, 350 г ячменной и овсяной дерги (1:1) и 1 кг картофеля. В наших исследованиях овцы с рационом получали 175 мкг селена в сутки.

Время опыта делилось на три периода: подготовительный, I опытный и II опытный. В подготовительный период, длившийся 40 дней, все овцы получали основной рацион. В конце подготовительного периода овец разделили по принципу аналогов на опытную и контрольную группы по 6 голов в каждой. Ярки опытной группы в I опытный период (65 дней) дополнительно к основному рациону ежедневно получали 0,1 мг селена на 1 кг живого веса в виде селенита натрия, а во II опытный период (50 дней) — 0,2 мг/кг. Селен задавали индивидуально каждому животному в виде раствора. Один раз в две недели ярок взвешивали перед утренним кормлением. На протяжении всего периода исследований один раз в неделю перед утренним кормлением в одно и то же время у них брали кровь из яремной вены и исследовали на те же компоненты углеводно-фосфорного обмена, что и в опытах на кроликах. После убоя овец мышечную ткань и печень исследовали на содержание свободного сахара, гликогена и креатинфосфата. Кроме того, в мышечной ткани определяли содержание АТФ. Органы и ткани овец подвергали исследованию на содержание в них селена.

Содержание в крови сахара определяли по методу Хагедорн-Иенсена, пентоз — по методу Мейбаум в модификации Головацкого, гликогена — по методу Симановича-Генкина, пировиноградной кислоты — по методу Фридмана и Хауджена, амилотитическую активность крови — методом Энгельгардта и Герчука. Общий и неорганический фосфор в крови, аденозинтрифосфорную и креатинфосфорную кислоты определяли по методам, описанным Фердманом и Сопиным. Гликоген в тканях определяли по методу Симановича-Генкина, свободный сахар в тканях — по методу, описанному Асатнани. Селен в кормах и тканях определяли методом Полуэктова.

## СОБСТВЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### 1. Влияние селена на углеводно-фосфорный обмен у кроликов

#### 1. Углеводно-фосфорный обмен у кроликов при парентеральном введении микроэлемента

В опытах при подкожном введении селената и селенита натрия в дозах 0,15; 0,30; 0,60 мг на 1 кг веса (из расчета (здесь и в дальнейшем изложении) на чистый селен в большинстве опытов наблюдалось гипогликемическое действие микроэлемента и лишь в некоторых случаях наступало кратковременное повышение содержания сахара в крови. Селен в дозе 0,05 мг/кг определенного влияния на содержание сахара в крови не оказывает (таблица 1).

Селенат натрия, как правило, вызывает уменьшение общего количества пентоз на протяжении трех часов после введения, однако при введении 0,30 и 0,60 мг/кг наступает достоверное уменьшение только через 3 часа. Селенит натрия действует на уровень пентоз в крови кроликов аналогично селенату, но несколько в меньшей степени (таблица 2).

Введение селената натрия в дозах 0,15; 0,30 и 0,60 мг/кг веса вызывает статистически достоверное уменьшение количества пентоз адениловых соединений в крови кроликов. Селенат натрия в дозе 0,05 мг/кг и селенит в дозах 0,05—0,60 мг/кг существенного влияния на содержание пентоз адениловых соединений в крови не оказывают.

Содержание гликогена в крови кроликов под действием селената натрия в дозах 0,05—0,60 мг/кг веса статистически достоверно уменьшается. Степень уменьшения с каждым часом возрастала. Определенного влияния на содержание гликогена в крови кроликов введение селенита натрия в дозе 0,05 мг/кг не оказывает. При введении 0,15 мг/кг селенита наблюдалась тенденция к понижению, а в дозе 0,30 мг/кг он вызывал значительное увеличение количества гликогена в крови. Повышение гликогена в крови при введении 0,60 мг/кг селенита натрия было незначительным.

Исследования влияния селена на содержание пириuvoнографической кислоты показали, что этот микроэлемент вызывает значительное уменьшение количества ее в крови. Следует отметить, что наибольший эффект получен при использовании селената натрия в минимальных дозах. Такой закономерности в действии селенита не наблюдалось (таблица 3).

Влияние селена на содержание сахара в крови кроликов (мг %) 7

| Доза селена в мг кг веса | Соединение селена | К-во опытов | Показатели статистической обработки | Содержание сахара в крови после введения селена |           |           |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------|-----------|
|                          |                   |             |                                     | до введения селена                              |           |           |
|                          |                   |             |                                     | 1 час                                           | 2 час     | 3 час     |
| 0,05                     | Селенат           | 19          | M ± m                               | 84 ± 4,21                                       | 88 ± 4,74 | 74 ± 2,46 |
|                          |                   |             | P                                   | > 0,2                                           | > 0,1     | > 0,2     |
|                          | Селенит           | 19          | M ± m                               | 70 ± 4,38                                       | 68 ± 4,6  | 64 ± 4,6  |
|                          |                   |             | P                                   | > 0,5                                           | > 0,5     | > 0,2     |
| 0,15                     | Селенат           | 18          | M ± m                               | 68 ± 2,7                                        | 70 ± 2,57 | 70 ± 1,56 |
|                          |                   |             | P                                   | < 0,005                                         | < 0,01    | < 0,005   |
|                          | Селенит           | 47          | M ± m                               | 74 ± 2,63                                       | 83 ± 3,43 | 66 ± 2,38 |
|                          |                   |             | P                                   | > 0,5                                           | < 0,02    | < 0,05    |
| 0,30                     | Селенат           | 20          | M ± m                               | 76 ± 2,2                                        | 66 ± 3,77 | 70 ± 3,32 |
|                          |                   |             | P                                   | < 0,02                                          | < 0,001   | < 0,005   |
|                          | Селенит           | 31          | M ± m                               | 88 ± 3,4                                        | 91 ± 4,25 | 80 ± 4,2  |
|                          |                   |             | P                                   | = 0,1                                           | < 0,005   | > 0,5     |
| 0,60                     | Селенат           | 16          | M ± m                               | 108 ± 7,56                                      | 80 ± 4,91 | 80 ± 3,58 |
|                          |                   |             | P                                   | < 0,02                                          | > 0,2     | > 0,2     |
|                          | Селенит           | 28          | M ± m                               | 89 ± 2,13                                       | 81 ± 3,3  | 78 ± 2,13 |
|                          |                   |             | P                                   | > 0,5                                           | < 0,05    | < 0,001   |

Влияние селена на сумму пентоз в крови кроликов (мг %)

| Доза<br>селена<br>в мг кг<br>веса | Соединение<br>селена | К-во<br>опытов | Показатели<br>статисти-<br>ческой<br>обработки | Содержание пентоз в крови |                       |                        |                        |
|-----------------------------------|----------------------|----------------|------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
|                                   |                      |                |                                                | после введения селена     |                       |                        |                        |
|                                   |                      |                |                                                | до введения<br>селена     | 1 час                 | 2 час                  | 3 час                  |
| 0.05                              | Селенит              | 16             | M ± m<br>P                                     | 24.6 ± 0.21<br>—          | 24.0 ± 0.19<br>< 0.05 | 22.8 ± 0.44<br>< 0.005 | 22.5 ± 0.48<br>< 0.001 |
|                                   | Селенит              | 11             | M ± m<br>P                                     | 20.5 ± 0.5<br>—           | 20.8 ± 0.53<br>> 0.5  | 20.0 ± 0.46<br>> 0.2   | 19.0 ± 0.42<br>< 0.05  |
| 0.15                              | Селенит              | 12             | M ± m<br>P                                     | 20.7 ± 0.32<br>—          | 19.1 ± 0.59<br>< 0.05 | 17.3 ± 0.67<br>< 0.001 | 16.1 ± 0.71<br>< 0.001 |
|                                   | Селенит              | 12             | M ± m<br>P                                     | 20.5 ± 0.48<br>—          | 20.9 ± 0.55<br>> 0.5  | 20.2 ± 0.28<br>> 0.5   | 18.9 ± 0.38<br>< 0.02  |
| 0.30                              | Селенит              | 12             | M ± m<br>P                                     | 23.9 ± 0.92<br>—          | 22.4 ± 0.81<br>> 0.1  | 21.8 ± 0.75<br>> 0.05  | 20.8 ± 0.73<br>< 0.02  |
|                                   | Селенит              | 20             | M ± m<br>P                                     | 20.4 ± 0.56<br>—          | 20.5 ± 0.36<br>> 0.5  | 20.1 ± 0.44<br>> 0.5   | 19.6 ± 0.46<br>> 0.2   |
| 0.60                              | Селенит              | 16             | M ± m<br>P                                     | 22.3 ± 0.31<br>—          | 22.1 ± 0.42<br>> 0.5  | 21.4 ± 0.32<br>= 0.05  | 21.0 ± 0.34<br>< 0.01  |
|                                   | Селенит              | 15             | M ± m<br>P                                     | 20.7 ± 0.33<br>—          | 20.1 ± 0.29<br>> 0.1  | 20.1 ± 0.47<br>> 0.2   | 19.5 ± 0.42<br>< 0.05  |

## Влияние селена на содержание пировиноградной кислоты в крови кроликов (мг %) )

|                                   |                      |                |                                                | Содержание пировиноградной кислоты в крови |                       |                  |                  |
|-----------------------------------|----------------------|----------------|------------------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------|------------------|------------------|
| Доза<br>селена<br>в мг/кг<br>веса | Соединение<br>селена | К-во<br>опытов | Показатели<br>статисти-<br>ческой<br>обработки | до введения<br>селена                      | после введения селена |                  |                  |
|                                   |                      |                |                                                | 1 час                                      | 2 час                 | 3 час            |                  |
| 0.05                              | Селенит              | 12             | $M \pm m$                                      | $1.74 \pm 0.17$                            | $0.92 \pm 0.1$        | $1.0 \pm 0.1$    | $0.94 \pm 0.14$  |
|                                   |                      |                | P                                              | $< 0.001$                                  | $< 0.001$             | $< 0.001$        | $< 0.005$        |
|                                   | Селенит              | 11             | $M \pm m$                                      | $2.93 \pm 0.24$                            | $1.71 \pm 0.238$      | $1.54 \pm 0.116$ | $1.42 \pm 0.104$ |
| 0.15                              |                      |                | P                                              | $< 0.005$                                  | $< 0.001$             | $< 0.001$        | $< 0.001$        |
|                                   | Селенит              | 31             | $M \pm m$                                      | $1.79 \pm 0.08$                            | $1.12 \pm 0.0017$     | $1.19 \pm 0.054$ | $1.35 \pm 0.076$ |
|                                   |                      |                | P                                              | $< 0.001$                                  | $< 0.001$             | $< 0.001$        | $< 0.001$        |
| 0.30                              | Селенит              | 12             | $M \pm m$                                      | $2.46 \pm 0.25$                            | $1.51 \pm 0.18$       | $1.32 \pm 0.134$ | $1.4 \pm 0.139$  |
|                                   |                      |                | P                                              | $< 0.01$                                   | $< 0.001$             | $< 0.001$        | $< 0.005$        |
|                                   | Селенит              | 15             | $M \pm m$                                      | $1.99 \pm 0.16$                            | $1.22 \pm 0.07$       | $1.32 \pm 0.1$   | $1.42 \pm 0.119$ |
| 0.60                              |                      |                | P                                              | $< 0.001$                                  | $< 0.005$             | $< 0.005$        | $< 0.02$         |
|                                   | Селенит              | 12             | $M \pm m$                                      | $2.26 \pm 0.25$                            | $1.36 \pm 0.086$      | $1.27 \pm 0.151$ | $1.31 \pm 0.123$ |
|                                   |                      |                | P                                              | $< 0.005$                                  | $< 0.005$             | $< 0.005$        | $< 0.005$        |
| 0.60                              | Селенит              | 15             | $M \pm m$                                      | $2.15 \pm 0.25$                            | $1.42 \pm 0.17$       | $1.47 \pm 0.15$  | $1.89 \pm 0.24$  |
|                                   |                      |                | P                                              | $< 0.02$                                   | $< 0.05$              | $< 0.05$         | $> 0.2$          |
|                                   | Селенит              | 16             | $M \pm m$                                      | $3.26 \pm 0.33$                            | $1.61 \pm 0.102$      | $1.50 \pm 0.08$  | $1.52 \pm 0.136$ |
|                                   |                      |                | P                                              | $< 0.005$                                  | $< 0.001$             | $< 0.001$        | $< 0.001$        |

Влияние селена на содержание общего фосфора в крови кроликов (мг %)

| Доза селена в мг/кг веса | Соединение селена | К-во опытов | Показатели статистической обработки | Содержание общего фосфора в крови после введения селена |             |             |
|--------------------------|-------------------|-------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|-------------|-------------|
|                          |                   |             |                                     | до введения селена                                      |             |             |
|                          |                   |             |                                     | 1 час                                                   | 2 час       | 3 час       |
| 0,05                     | Селенат           | 12          | M ± m                               | 73,1 ± 2,1                                              | 67,1 ± 3,05 | 66,6 ± 3,15 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | > 0,1       | > 0,1       |
|                          | Селенит           | 11          | M ± m                               | 92,1 ± 3,7                                              | 87,7 ± 2,3  | 87,9 ± 4,11 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | > 0,2       | > 0,2       |
| 0,15                     | Селенат           | 12          | M ± m                               | 77,8 ± 2,39                                             | 66,7 ± 3,8  | 64,4 ± 4,15 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | < 0,05      | < 0,02      |
|                          | Селенит           | 12          | M ± m                               | 89,3 ± 2,18                                             | 79,9 ± 3,48 | 81,6 ± 5,94 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | < 0,05      | > 0,2       |
| 0,30                     | Селенат           | 12          | M ± m                               | 87,7 ± 1,44                                             | 82 ± 2,0    | 74,6 ± 2,2  |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | 0,05        | < 0,001     |
|                          | Селенит           | 12          | M ± m                               | 77,5 ± 5,35                                             | 76,0 ± 3,18 | 80,3 ± 4,95 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | > 0,5       | > 0,5       |
| 0,60                     | Селенат           | 16          | M ± m                               | 65,8 ± 2,02                                             | 75,7 ± 2,02 | 70,1 ± 1,58 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | < 0,005     | > 0,1       |
|                          | Селенит           | 16          | M ± m                               | 66,2 ± 1,96                                             | 66,5 ± 3,06 | 59,9 ± 2,31 |
|                          |                   |             | P                                   |                                                         | > 0,5       | < 0,05      |

Активность амилазы крови при подкожном введении селена увеличивается. Однако в действии селената и селенита натрия имеется некоторое различие. Применение селенита натрия в дозах 0,05—0,60 мг/кг веса сопровождается статистически достоверным увеличением активности амилазы крови на протяжении первых двух часов, а через три часа активность фермента возвращается почти к исходной величине. Селенат натрия в таких же дозах вызывает более длительное повышение активности амилазы крови, которое в большинстве случаев является достоверным и через три часа после введения.

При изучении влияния селена на содержание общего фосфора в крови кроликов установлено, что характер действия этого микроэлемента зависит от применяемой дозы. Селенат натрия в количествах, соответствующих 0,05—0,30 мг селена на 1 кг веса, при подкожном введении вызывает уменьшение, а в дозе 0,60 мг/кг, наоборот, — повышение содержания общего фосфора в крови. Селенит натрия в дозах 0,15 и 0,60 мг/кг вызывает уменьшение общего фосфора в крови, а в дозах 0,05 и 0,30 мг/кг существенных изменений не вызывает (таблица 4). Эти данные наводят на мысль о наличии зон действия селена, что подтверждает теорию А. И. Венчикова.

Подкожное введение селената натрия в дозах 0,05—0,30 мг/кг определенного влияния на содержание неорганического фосфора в крови не оказывает, а в дозе 0,60 мг/кг вызывает достоверное увеличение. Содержание неорганического фосфора в крови кроликов при введении селенита натрия в вышеуказанных количествах не изменяется.

## 2. Углеводно-фосфорный обмен у кроликов при подкормке их селеном

В острых опытах было установлено, что подкожное введение селена оказывает определенное влияние на течение углеводно-фосфорного обмена в организме кроликов. С целью более глубокого изучения влияния селена на организм мы исследовали действие его при длительной подкормке (в течение 84 дней) селенитом натрия в дозе 0,1 мг на 1 кг живого веса.

Состояние животных опытной и контрольной групп на протяжении всего периода исследований было хорошим, и каких-либо отклонений от физиологической нормы мы не замечали. Увеличение живого веса кроликов, получавших селен, было несколько большим, чем контрольных. Убойный выход

кроликов контрольной группы составил 52,7%, а опытной — 54,5%

Прежде чем перейти к изложению результатов влияния селена на углеводно-фосфорный обмен, следует отметить, что на протяжении опыта содержание всех исследованных компонентов крови, за исключением пировиноградной кислоты, повышалось. Однако количество сахара в крови кроликов опытной группы увеличивалось в меньшей степени, чем контрольных животных (таблица 5), что свидетельствует о гипогликемическом действии селена ( $P \leq 0,02$ ). В большинстве острых опытов при парентеральном введении селена в небольших количествах, а также при даче с кормом происходит снижение уровня сахара в крови. Это, на наш взгляд, является результатом угнетения адреналиновой и повышения инсулиновой функции, что подтверждается опытами с введением адреналина и инсулина на фоне действия селена.

Подкормка кроликов селеном не оказала влияния на содержание общего количества пентоз, общего и неорганического фосфора в крови и активность амилазы. При этом наблюдалась тенденция к увеличению пентоз адениловых соединений и уменьшению гликогена.

Количество пировиноградной кислоты в крови на протяжении опыта уменьшалось как у животных контрольной, так и опытной групп. Однако снижение пировиноградной кислоты в крови кроликов опытной группы было более резко выражено, что свидетельствует о том, что подкормка кроликов селеном так же, как и подкожное введение его, вызывает снижение пировиноградной кислоты в крови ( $P \leq 0,001$ ). Уменьшение пировиноградной кислоты может происходить за счет усиления аэробной фазы окисления углеводов (F. Liptan, 1937; G. D. Lu, 1937) и повышенного расщепления ее в гликоген (G. D. Lu and D. M. Needham, 1939; В. А. Щарбатская, 1945).

Исследования мышечной ткани и печени кроликов показали, что под действием селена происходит уменьшение свободного сахара в мышцах ( $P \leq 0,05$ ) и повышение гликогена в печени в два раза по сравнению с животными контрольной группы ( $P \leq 0,05$ ). При этом наблюдается некоторое накопление гликогена в мышцах и сахара в печени.

Дополнительное введение селена в рацион кроликов не оказало влияния на содержание АТФ и креатинфосфата в мышцах и печени.

**Влияние селена на некоторые показатели углеводно-фосфорного обмена в крови кроликов**

| Показатели                          | Группы      | Подготовительный период | Опытный период   | В % к подготовительному периоду |
|-------------------------------------|-------------|-------------------------|------------------|---------------------------------|
| Сахар (мг%)                         | Контрольная | $83 \pm 6,7$            | $89 \pm 0,98$    | 107,2                           |
|                                     | Опытная     | $81 \pm 3$              | $83 \pm 1,3$     | 102,5                           |
| Сумма пентоз (мг%)                  | Контрольная | $20,3 \pm 0,44$         | $22,3 \pm 0,56$  | 109,8                           |
|                                     | Опытная     | $19,6 \pm 0,36$         | $22,1 \pm 0,32$  | 112,7                           |
| Пентозы адениловых соединений (мг%) | Контрольная | $14,7 \pm 0,45$         | $15,3 \pm 0,51$  | 104,1                           |
|                                     | Опытная     | $14,2 \pm 0,33$         | $15,2 \pm 0,32$  | 107                             |
| Гликоген (мг%)                      | Контрольная | $19,2 \pm 0,95$         | $20,7 \pm 0,61$  | 107,8                           |
|                                     | Опытная     | $21 \pm 0,73$           | $21,1 \pm 0,51$  | 100,5                           |
| Пировиноградная кислота (мг%)       | Контрольная | $2,05 \pm 0,109$        | $1,82 \pm 0,086$ | 88,8                            |
|                                     | Опытная     | $2,0 \pm 0,106$         | $1,39 \pm 0,066$ | 69,5                            |
| Амилаза*                            | Контрольная | $704 \pm 40,5$          | $802 \pm 71$     | 113,9                           |
|                                     | Опытная     | $738 \pm 31,8$          | $849 \pm 28$     | 115,0                           |
| Фосфор общий (мг%)                  | Контрольная | $69 \pm 2,02$           | $84,5 \pm 2,54$  | 122,5                           |
|                                     | Опытная     | $72,2 \pm 1,13$         | $86,0 \pm 1,97$  | 119,1                           |
| Фосфор неорганический (мг%)         | Контрольная | $4,28 \pm 0,1$          | $5,8 \pm 0,18$   | 135,5                           |
|                                     | Опытная     | $4,24 \pm 0,12$         | $5,8 \pm 0,14$   | 136,8                           |

\* Активность амилазы выражена количеством сахара в мг, образовавшегося из крахмала в течение двух часов при температуре  $37^{\circ}\text{C}$  в пересчете на 100 мл крови.

## II. Влияние селена на углеводно-фосфорный обмен у овец

В связи с тем, что селеновая недостаточность у овец приводит к резкой потере продуктивности и развитию такого тяжелого заболевания, как беломышечная болезнь, представляет определенный интерес изучение действия селена на организм этих животных.

В наших опытах подкормка овец селеном оказала некоторое стимулирующее действие на рост животных. Живой вес овец, получавших селен, увеличился в I опытный период на 25,4%, а контрольной группы — на 20,8%. К концу II опытного периода живой вес овец соответственно по группам увеличился на 31,1% и 27,5%.

Результаты исследований влияния селена на углеводно-фосфорный обмен у овец приведены в таблице 6.

Количество сахара в крови на протяжении периода исследований увеличивалось как у животных опытной, так и контрольной групп. Однако у овец контрольной группы увеличение сахара в крови было более значительным. Следовательно, подкормка овец селеном оказала гипогликемическое действие. Более выраженный гипогликемический эффект получен при введении в рацион селена в дозе 0,2 мг/кг веса ( $P < 0,005$ ).

Общее количество пентоз в крови обеих групп увеличивалось почти одинаково, и селен не оказал существенного влияния на их содержание. Пентозы адениловых соединений на протяжении опыта изменялись более значительно, чем общие. У животных, получавших селен, содержание пентоз адениловых соединений в крови было несколько выше, чем у контрольных.

Во время I опытного периода происходит увеличение количества гликогена в крови в одинаковой степени как у овец контрольной, так и опытной групп. Во II опытный период повышение гликогена в крови контрольных овец происходит в большей степени, чем опытных. Эти данные указывают на то, что подкормка овец селеном в дозе 0,1 мг/кг веса никакого влияния на количество гликогена в крови не оказывает, а при увеличении дозы вдвое происходит снижение гликогена, которое близко к достоверному.

Специфическое действие селен оказывает на содержание пировиноградной кислоты не только в крови кроликов, но и овец. Количество пировиноградной кислоты в крови овец контрольной группы в опытный период увеличивалось, а у животных опытной группы, наоборот, — уменьшалось. Так, при введении в рацион овец селена в дозе 0,1 мг/кг количество пировиноградной кислоты в крови снизилось в среднем на 10%, а при даче селена в дозе 0,2 мг/кг — на 22,1% по сравнению с контрольной группой ( $P < 0,005$ ). Это, по нашему мнению, является моментом благоприятного действия селена на течение углеводного обмена, так как при многих

Влияние селена на некоторые показатели углеводно-фосфорного обмена в крови овец

| Показатели                            | Группы      | Подготовительный период | I опытный период | В % к подготовительному периоду | II опытный период | В % к подготовительному периоду |
|---------------------------------------|-------------|-------------------------|------------------|---------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| Сахар (мг %).                         | Контрольная | 38,2 ± 2,2              | 49,8 ± 2,7       | 127,7                           | 53,7 ± 3,2        | 140,6                           |
|                                       | Опытная     | 36,1 ± 1,0              | 43,8 ± 1,1       | 121,3                           | 39,6 ± 1,0        | 109,4                           |
| Сумма пентоз (мг %).                  | Контрольная | 13,2 ± 0,36             | 13,9 ± 0,38      | 105,2                           | 13,6 ± 0,29       | 103,0                           |
|                                       | Опытная     | 13,65 ± 0,64            | 14,7 ± 0,81      | 107,7                           | 14,3 ± 0,84       | 104,8                           |
| Пентозы адениловых соединений (мг %). | Контрольная | 6,5 ± 0,29              | 7,2 ± 0,4        | 110,8                           | 8,5 ± 0,4         | 130,8                           |
|                                       | Опытная     | 6,9 ± 0,48              | 7,9 ± 0,7        | 114,9                           | 9,3 ± 0,8         | 134,8                           |
| Гликоген (мг %).                      | Контрольная | 17,1 ± 0,33             | 17,7 ± 0,25      | 103,5                           | 19,6 ± 0,37       | 114,6                           |
|                                       | Опытная     | 16,9 ± 0,6              | 17,5 ± 0,52      | 103,5                           | 18,6 ± 0,27       | 110,5                           |
| Пировиноградная кислота (мг %).       | Контрольная | 1,22 ± 0,08             | 1,25 ± 0,066     | 100,2                           | 1,38 ± 0,06       | 113,1                           |
|                                       | Опытная     | 1,22 ± 0,05             | 1,10 ± 0,043     | 90,2                            | 1,11 ± 0,03       | 91                              |
| Амилаза*                              | Контрольная | 355 ± 17                | 663 ± 49         | 186,8                           | 699 ± 73          | 196,9                           |
|                                       | Опытная     | 383 ± 22                | 895 ± 93         | 233,7                           | 879 ± 31          | 228,5                           |
| Фосфор общий (мг %).                  | Контрольная | 40,3 ± 0,84             | 42,4 ± 0,81      | 105,2                           | 48,6 ± 1,34       | 120,6                           |
|                                       | Опытная     | 39,9 ± 0,89             | 43,7 ± 1,8       | 109,5                           | 47,4 ± 0,64       | 118,5                           |
| Фосфор неорганический (мг %).         | Контрольная | 4,84 ± 0,15             | 5,91 ± 0,26      | 122,1                           | 6,44 ± 0,31       | 133,1                           |
|                                       | Опытная     | 4,55 ± 0,14             | 5,45 ± 0,21      | 119,8                           | 5,45 ± 0,26       | 119,8                           |

\* Активность амилазы выражена количеством сахара в мг, образовавшегося из крахмала в течение двух часов при температуре 37°С, в пересчете на 100 мл крови.

патологических явлениях наблюдается накопление пировиноградной кислоты в организме.

Амилотитическая активность крови в опытный период возросла у овец контрольной и опытной групп. Однако повышение активности амилазы крови овец опытной группы проходило в большей степени, чем контрольной. Из этого следует, что добавление в рацион овец селенида натрия в количестве, соответствующем 0,1–0,2 мг селена на 1 кг живого веса, повышает активность амилазы крови ( $P \leq 0,05$ ).

По-видимому, повышение амилотитической активности крови связано с усилением секреторной деятельности поджелудочной железы под действием селена. В поджелудочной железе нами обнаружено наибольшее накопление этого микроэлемента при подкормке овец селенидом натрия. К. Schwarz (1961) указывает, что при недостатке фактора-В, составной частью которого является селен, развивается тяжелая панкреатическая дистрофия.

Изменение общего фосфора в крови проходило почти в одинаковой степени у овец контрольной и опытной групп, и подкормка животных селеном не оказала определенного влияния на его содержание.

Селен в дозе 0,1 мг/кг не оказывает влияния и на содержание неорганического фосфора в крови. При даче овцам селена в дозе 0,2 мг/кг веса происходит уменьшение количества неорганического фосфора в крови ( $P \leq 0,05$ ). Это, по-видимому, связано с тем, что под действием селена в организме происходит более интенсивное связывание неорганических фосфатов, т. е. наблюдается усиление процессов фосфорилирования.

Исследования мышечной ткани и печени показали, что в печени овец, получавших селен, содержание гликогена было почти в 2,6 раза больше, чем у контрольных животных ( $P \leq 0,02$ ). В мышцах животных опытной группы гликоген содержалось на 11,9% больше, чем у контрольных. При этом наблюдалось некоторое уменьшение свободного сахара в тканях, однако эти изменения оказались статистически не достоверными. Следовательно, при подкормке овец и кроликов селеном происходит накопление гликогена в организме.

При беломышечной болезни явят и при различных дистрофиях животных наблюдается истощение запасов гликогена в мышечной ткани и печени (С. Н. Цынкаловская, 1958; Р. А. Чуркина, 1965). Накопление гликогена в организме животных под действием селена, по нашему мнению, является одним из

положительных моментов благотворного влияния этого микроэлемента при лечении различных дистрофий животных и белой мышечной болезни ягнят.

Подкормка овец селеном оказала значительное влияние на содержание АТФ и креатинфосфата в мышцах. Так, у животных опытной группы мышечная ткань содержала фосфора АТФ на 66,7% больше, чем у контрольных ( $P < 0,005$ ), а фосфора креатинфосфата — на 73,8% ( $P < 0,01$ ). Можно думать, что уменьшение неорганического фосфора в крови связано с усилением биосинтеза креатинфосфата и АТФ.

А. В. Палладин (1954) и другие исследователи установили, что накопление макроэргических фосфорных соединений является благоприятным обстоятельством для организма животных. Д. Л. Фердман (1955) предложил инъекции АТФ для замедления дистрофических процессов в организме. Накопление АТФ, креатинфосфата и гликогена в мышцах, а также гликогена в печени создает благоприятные условия для работы этих органов. Возможно, что в этом аспекте нужно рассматривать действие селена как микроэлемента и как лечебного средства при различных дистрофиях и белой мышечной болезни ягнят.

Следует отметить, что, по данным ветеринарно-экспертизы, мясо от овец, получавших селен, было доброкачественным и ничем не отличалось от мяса контрольных животных. Все туши овец были отнесены к первой категории. Убойный выход по группам почти не отличался и составлял в среднем по опытной группе 41,8%, а по контрольной — 41,6%. По заключению кафедры патологической анатомии, при гистологическом исследовании органов и тканей никаких морфологических изменений и отклонений от нормы не установлено.

## **СОДЕРЖАНИЕ СЕЛЕНА В ОРГАНАХ И ТКАНЯХ КРОЛИКОВ И ОВЕЦ**

До последнего времени присутствие селена в организме животных считалось случайностью, имеющей место при отравлениях. А. И. Войнар (1960) в своей монографии утверждал, что селен не является составной частью животных организмов.

В настоящее время нет сомнений в том, что селен входит в состав растительных и животных организмов и является незаменимым микроэлементом. Данные о содержании селена в организме животных немногочисленны и иногда против-

речивы. Поэтому определенный интерес представляет сравнительное изучение распределения селена в органах и тканях кроликов и овец при обычных условиях кормления и при длительной подкормке их селеном. Подобных данных в доступной нам литературе мы не встретили.

Определение селена в органах и тканях проводили у 14 кроликов и 12 овец, половина из которых дополнительно к основному рациону получала селенит натрия.

В результате исследований было установлено наличие селена во всех исследованных органах и тканях кроликов и овец (таблица 7). У кроликов наибольшая концентрация селена обнаружена в почках. Легкие и печень занимают примерно одинаковое место по содержанию селена. Затем по количеству селена располагаются сердце, мышцы и кровь. Первое место по содержанию селена у контрольных овец занимают почки. Много селена обнаружено в селезенке, печени и сердечной мышце. Затем идут поджелудочная железа, легкие, мышцы и кровь.

Сравнивая содержание селена в органах и тканях контрольных кроликов и овец, можно сделать вывод, что в организме животных наблюдается общая закономерность в распределении селена между органами и тканями. Больше селена содержится в тех тканях и органах, которые играют наиболее важную физиологическую роль и обмен веществ в которых протекает наиболее интенсивно.

K. Schwarz (1961) наибольшее количество фактора-3, составной частью которого является селен, обнаружил в почках и считает их своеобразным депо активного селена.

Подкормка кроликов и овец селеном ведет к неравномерному накоплению этого микроэлемента в органах и тканях. Наибольшее накопление селена у овец обнаружено в поджелудочной железе. M. Blau, R. E. Manske (1961) указывают на интенсивное поглощение селенометронином, меченого селеном-75, поджелудочной железой собак. Сравнительно высокое накопление селена обнаружено в легких, печени, почках и крови; несколько меньше — в сердечной и скелетной мышцах, селезенке и наименьшее — в головном мозгу. В организме кроликов по накоплению селена первое место занимает печень, затем почки, кровь, легкие, мышечная ткань и сердечная мышца. Результаты статистической обработки полученных данных по содержанию селена в печени, мышцах и крови кроликов, а

**Влияние подкормки селеном на содержание его в органах и тканях животных в мкг% на воздушно-сухое вещество**

| Органы<br>и ткани       | К р о л и к и         |                   | О в ц ы               |                   |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|
|                         | контрольная<br>группа | опытная<br>группа | контрольная<br>группа | опытная<br>группа |
| Кровь*                  | 7,75 ± 0,33           | 20,7 ± 1,14       | 5,9 ± 0,75            | 16,1 ± 1,36       |
| Мышцы                   | 76 ± 5,4              | 190 ± 8,1         | 90 ± 12,9             | 177 ± 13,3        |
| Сердце                  | 79,8                  | 179               | 138 ± 13              | 299 ± 50          |
| Печень                  | 98 ± 11,2             | 436 ± 27,2        | 138 ± 27              | 457 ± 51          |
| Почки                   | 119                   | 489               | 163 ± 16,1            | 451 ± 26,7        |
| Легкие                  | 99,8                  | 259               | 92 ± 13               | 324 ± 65          |
| Селезенка               | —                     | —                 | 152 ± 16,6            | 289 ± 29,5        |
| Поджелудочная<br>железа | —                     | —                 | 115                   | 569               |
| Головной мозг           | —                     | —                 | 60                    | 70                |

\* Содержание селена в крови дано на сырой вес.

также в мышцах, печени, сердце, почках, легких, селезенке и крови овец показали высокую достоверность различий между опытной и контрольной группами. В остальных органах и тканях селен определялся в средних образцах по группам и статистической обработке не подвергался.

### **НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РОЛИ СЕЛЕНА ПРИ БЕЛОМЫШЕЧНОЙ БОЛЕЗНИ ЯГНЯТ**

Беломышечная болезнь ягнят носит очаговый эндемический характер и проявляется обычно в тех хозяйствах, где сенокосы и пастбища расположены в большинстве случаев в поймах рек и на заболоченных участках. Корма в этих хозяйствах бедны селеном (А. А. Кудрявцев и сотрудники и другие). В связи с тем, что почвы Витебской области, как и Белоруссии в целом, относятся к зоне, бедной по содержанию ряда микроэлементов, мы предприняли попытку выяснить причину гибели ягнят в некоторых хозяйствах.

Совместно с доцентом М. С. Жаковым и ветврачом хозяйства Л. И. Пучковой нами в 1964 г. было установлено, что причиной высокого падежа ягнят в совхозе «Орловичи» Дубровенского района является беломышечная болезнь. Больные ягнята становились сонливыми, малоподвижными, под-

ниловых соединений, гликогена, пировиноградной кислоты, общего и неорганического фосфора и активности амилазы крови.

4. Характер воздействия селена на углеводно-фосфорный обмен при парентеральном введении зависит от природы соли и величины примененной дозы.

5. Длительная подкормка кроликов селенитом натрия в дозе 0,1 мг/кг из расчета на чистый селен вызывает уменьшение в крови сахара, гликогена, пировиноградной кислоты и не оказывает влияния на содержание общих пентоз, общего и неорганического фосфора и активность амилазы. При этом наблюдается некоторое увеличение пентоз адениловых соединений.

6. В печени кроликов, получавших селен, и частично в мышцах происходит накопление гликогена, что сопровождается уменьшением свободного сахара в мышцах и некоторым увеличением в печени.

7. Введение в рацион овец селенита натрия в дозе 0,1—0,2 мг/кг сопровождается уменьшением в крови сахара, пировиноградной кислоты, неорганического фосфора, повышением активности амилазы, некоторым уменьшением гликогена и повышением адениловых соединений. Подкормка селеном не оказывает влияния на количество общего фосфора и суммарно пентоз в крови овец.

8. При подкормке овец селеном происходит повышение содержания гликогена в тканях, что сопровождается незначительным уменьшением свободного сахара.

9. В мышечной ткани овец, получавших селен, наблюдается накопление макроэргических фосфорных соединений (АТФ и креатинфосфата).

10. Селен является хорошим профилактическим и лечебным средством при беломышечной болезни ягнят.

11. В хозяйстве, не благополучном по беломышечной болезни, препараты селена оказывают стимулирующее действие на рост ягнят.

**Основное содержание диссертации опубликовано  
в следующих изданиях:**

1. К вопросу о влиянии селенита натрия на биохимические процессы в организме кроликов. Тезисы докладов «Микроэлементы в медицине» (1-я Республиканская научная конференция), стр. 103, Ивано-Франковск, 1965.

2. Влияние селена на организм кроликов и овец. Рефераты докладов IX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии, секция химизации животноводства, стр. 90, Москва, 1965 (в соавторстве с Ф. Я. Беренштейном).

3. Профилактика и лечение беломышечной болезни ягнят. Журнал «Ветеринария», стр. 59, № 2, 1965 (в соавторстве с М. С. Жаковым, В. В. Платовичем и Л. И. Пучковой).

4. Да питания аб уплыве селену на вугляводны абмен у трусоў. Весні АН БССР, серыя с/г навук, стар. 125, № 2, 1965.

5. Влияние селена на некоторые биохимические показатели крови у животных. Материалы второй биохимической конференции Прибалтийских республик и Белорусской ССР, стр. 230, Рига, 1965 (в соавторстве с А. И. Герветовским и др.).

6. К вопросу о влиянии добавки селенита натрия к рациону овец на биохимические процессы в их организме. Материалы третьей Всесоюзной конференции по физиологическим и биохимическим основам повышения продуктивности сельскохозяйственных животных, стр. 69, Боровск, 1965 (в соавторстве с Ф. Я. Беренштейном, С. Ф. Алешко).

7. Влияние селена на содержание гликогена, фосфора и амилазы крови. Сборник трудов Всесоюзного общества физиологов, биохимиков и морфологов. Минск (в печати).