

**Заключение.** 1. Выращивание ремонтных телок на большей площади пола по сравнению с нормативными в разные возрастные периоды (от рождения до 1 мес. – 1,3 м<sup>2</sup>, 1-6 мес. – 1,6 м<sup>2</sup>, 6-12 мес. – 2,5 м<sup>2</sup>, 12-18 мес. – 3 м<sup>2</sup>) позволяет повысить среднесуточный прирост живой массы на 7,7 % и снизить расход кормов на 1 кг прироста на 6,7 %.

2. Доказана возможность увеличения естественной резистентности организма ремонтных телок. Животные, которых содержали на рекомендуемой площади пола, превосходили аналогов контрольной группы по основным показателям естественной резистентности на 5,1-10,0 %.

3. Установлена определенная взаимосвязь площади пола на 1 ремонтную телку и их этиологических особенностей. За период выращивания ремонтных телок от 1 до 18 мес. в наибольшей степени изменилась продолжительность жвачки стоя (в 1,9-2,4 раза) и еды (в 2,1-2,2 раза), а в наименьшей – длительность отдыха стоя (на 7-12 %).

**Литература.** 1. Батанов, С. Влияние функциональной активности телок на их рост и развитие / С. Батанов, Г. Березкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2004, № 5. – С. 27-29. 2. Батанов, С. Взаимосвязь состава крови телят с интенсивностью их роста и развития / С. Батанов, Г. Березкина // Молочное и мясное скотоводство. – 2004, № 7. – С. 41-42. 3. Василюк, Я.В. Частная зоотехния: Учеб. пособие / Я.В. Василюк [и др.] // Под ред. Я.В. Василюка. – Минск: Ураджай, 1999. – 416 с. 4. Зайцев, А.М. Микроклимат животноводческих комплексов / А.М. Зайцев. – Москва: Агропромиздат, 1986. – 203 с. 5. Кузнецов, А.Ф. Гигиена содержания животных / А.Ф. Кузнецов. – С.-Петербург: Издательство «Лань», 2003. – 640 с. 6. Медведский, В.А. Гигиена воздушной среды / В.А. Медведский, С.В. Савченко. – Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода, 2003. – 41 с. 7. Медведский, В.А. Гигиена животных / В.А. Медведский, Г.А. Соколов. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 608 с. 8. Плященко, С.И. Стрессы – благо и зло? / С.И. Плященко. – Минск: Ураджай, 1991. – 173 с.

Статья передана в печать 20.03.2013

УДК 636 : 612.33

## КИНЕТИЧЕСКИЕ КОНСТАНТЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ИЗУЧЕНИЯ ВСАСЫВАЕМОСТИ ВЕЩЕСТВ КИШЕЧНИКОМ ЖИВОТНЫХ

Ковалёнок Ю.К.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*В статье представлены исследования кинетики всасывания меди тощей кишкой крупного рогатого скота в условиях in vitro. Установлено что в заданных условиях кишка сохраняет статистически значимую способность к трансмембранному транспорту элемента в течение 30 минут эксперимента с  $3,91 \pm 0,199$  до  $21,21 \pm 0,568$  мг/кг, существенно снижая способность к всасыванию в последующем.*

*In the article the research on kinetic of Cu absorption by cattle jejunum in vitro has been presented. It has been stated that jejunum saves statistically significant capacity to trans membrane transport of the element during 30 min of experiment from  $3,91 \pm 0,199$  to  $21,21 \pm 0,568$  mg/kg, considerably decreasing a capacity of absorption after the mentioned time.*

**Введение.** Всасывание энтерально поступающих минеральных компонентов диеты и количественная оценка данного процесса у человека и животных имеет более чем вековую историю. Следует отметить, что используемые для этого методы (методические направления) сосредоточены в плоскостях in vivo, in situ и in vitro. Каждое из них имеет свои преимущества и недостатки и служит предметом научных диспутов. Выбор методологии изучения данного процесса в большой мере зависит от цели и характера исследуемых закономерностей.

Принято считать [2, 3, 7 и др.], что исследования в условиях in vivo и in situ при неповрежденных кровеносной, гормональной и нервной системах более физиологичны. В экспериментах in vivo широко используют методы вживления хронических фистул в кишечную стенку и хронических катетеров на воротной и брыжеечной венах [1]. Опыты in situ в основном проводятся на наркотизированных животных, при этом на определенные участки кишки накладывают лигатуры и вводят в энтеральный просвет соответствующие модельные растворы, содержащие одно или несколько веществ (субстратов), затем проводят перфузию кишки и катетеризацию портальной, брыжеечной и кишечной вен [2, 7 и др.]. Всасывание in vivo и in situ изучается, во-первых, по убыли количества вещества из просвета кишечника; во-вторых, по поступлению всасываемого вещества в оттекающую от кишечника кровь и лимфу; в-третьих, по накоплению всасываемого вещества в кишечной стенке и органах.

Движение ионов и молекул воды через кишечную стенку осуществляется как из просвета кишечника в кровь, так и в обратном направлении, т.е. не является односторонним. В частности, во внимание должен приниматься «эндогенный пул» микроэлементов, регулируемый гомеостатическими механизмами, что в условиях экспериментов далеко не всегда учитывается. Вместе с тем, исходная обеспеченность организма элементами существенно влияет на эффективность абсорбции для многих микроэлементов (в том числе для таких, как медь, цинк, марганец) по типу обратной связи. При низком содержании эссенциального микроэлемента в организме кишечник активно регулирует процесс всасывания в сторону

его повышения. Когда количество микроэлемента в организме адекватно или повышено, кишечник регулирует процесс абсорбции в сторону его понижения [9].

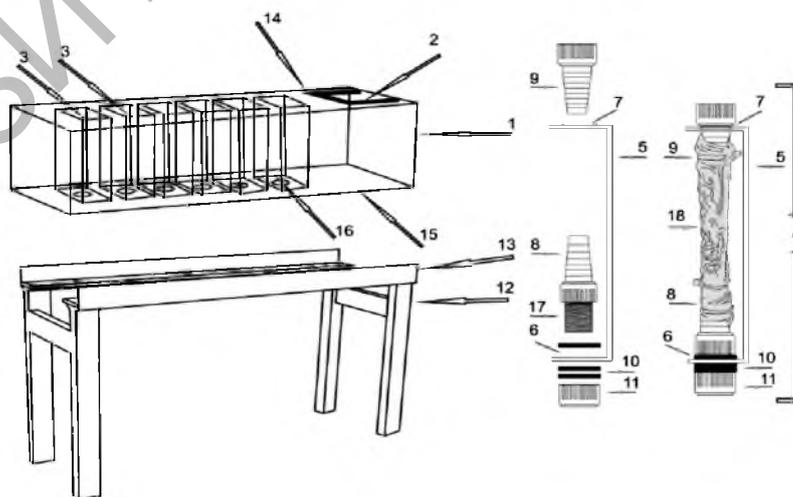
В свете вышеизложенного ясно, что в данных обстоятельствах для понимания и объективного суждения о механизмах всасывания совершенно необходимо определение величин односторонних потоков через кишечную ткань. Эта задача решается введением меченых субстратов в просвет кишки или кровь. При исследовании закономерностей всасывания в сравнительно короткий период предпочтительным является метод одновременного анализа концентрации субстрата в просвете кишки и оттекающей от кишечника крови [3], что вкуче представляется весьма непростой научной задачей, использование которой оправдано только при наличии строго специфического научного интереса.

Таким образом, в модельных условиях *in vivo* и *in situ* исследователю необходимо одновременно учитывать многообразные и сложные факторы, что значительно (а иногда критично) затрудняет использование таких методических приемов. Значительно большее распространение получили методы исследования транспорта *in vitro* на кишечном мешочке (вывернутом или невывернутом), на аккумулирующем препарате слизистой оболочки, изолированных энтероцитах, на апикальной и базолатеральной мембранах энтероцитов и др [3, 8]. Вместе с тем большое число методов и методических приемов, а также разная продолжительность опытов при изучении всасывания и пищеварения в тонкой кишке являются возможным источником несогласующихся, противоречивых или неоднозначно интерпретируемых данных. Закономерности, обнаруживаемые в одних условиях эксперимента, могут не подтверждаться в других [8].

В этой связи представляется актуальным дальнейшее конструирование возможных моделей изучения всасывания веществ, что может составить основу более глубокого понимания физиологии пищеварения животных в целом и жвачных в частности. Указанные обстоятельства послужили основанием для комплекса опытов по разработке и совершенствованию методических подходов к изучению всасывания веществ и определению энтеральной биодоступности отдельных веществ, что и явилось целью настоящих исследований.

**Материал и методы исследований.** Работа проводилась на базе кафедры внутренних болезней животных ФГБОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная академия ветеринарной медицины», лаборатории физиологии питания Института физиологии им. И.П.Павлова РАН и кафедры клинической диагностики УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». В указанных учреждениях проведен комплекс работ по созданию устройства (рисунок 8), позволяющего в условиях *in vitro* оценивать всасываемость веществ кишечником животных. В основу модели положен принцип изучения всасываемости веществ на изолированном из организма кишечном сегменте, исходные положения которого выдвинул крупнейший представитель Павловской школы нутрициологии, основоположник мембранного пищеварения А. М. Уголев.

Методическая база и некоторые аспекты функционирования устройства изложены в предыдущих публикациях [4,5,6]. Исследования выполнены с использованием в качестве испытуемого вещества  $\text{CuSO}_4$ , который растворяли в 0,9%  $\text{NaCl}$ , концентрация раствора рассчитывалась исходя из ориентировочного уровня элемента в химусе при даче животному терапевтической дозы соли. О всасываемости испытуемого вещества судили по разности его количества в мукозной и серозной жидкостях, уровню в кишечной стенке и количеству  $\text{Cu}$  в контрольных растворах и кишечных тканях в течение часа после начала эксперимента с интервалом 5 минут. Количественное определение меди в растворах и тканях осуществляли методом ICP-MS, используя спектрометр Varian ICP-810-MS. При подготовке биоматериала к исследованию использовали метод «мокрой» минерализации до полного разложения пробы с помощью микроволновой печи Mars Xpress фирмы «CEM corporation», США.



1 – корпус устройства; 2 – отверстие для погружного циркуляционного термостата; 3 – автономные рабочие камеры; 4 – фиксирующая пластина; 5 – собственно пластина; 6 – нижнее и 7 – верхнее отверстие собственно пластины; 8 – нижний и 9 – верхний штуцер; 10 – уплотнительные кольца; 11 – глухая гайка; 12 – основание станины; 13 – платформа станины; 14 – верхнее и 15 – нижнее основание корпуса; 16 – отверстие для нижнего штуцера; 17 – резьба нижнего штуцера; 18 – участок кишечника.

**Рисунок 8 - Устройство для изучения всасываемости веществ кишечником животных**

Процедуры биометрического анализа полученных данных осуществляли с помощью статистических пакетов SAS 9.2, STATISTICA 9 и SPSS-19. Критическое значение уровня статистической значимости при проверке нулевых гипотез принималось равным 0,05 либо 0,1. В случае превышения достигнутого уровня значимости статистического критерия этой величины принималась нулевая гипотеза.

Выбор критерия оценки значимости парных различий проверялся соответствием формы распределения нормальному, используя критерий  $\chi^2$ , а также контролировалось равенство генеральных дисперсий с помощью F-критерия Фишера. Проверка нормальности распределения вероятности количественных признаков осуществлялась также с помощью критерия Колмогорова и критерия Шапиро-Уилки. Для анализируемого признака поэтапно (по схеме исследований) проводилась оценка средних арифметических (M) и среднеквадратических (стандартных) ошибок среднего (m), стандартного отклонения ( $\sigma$ ), коэффициента вариации (CV) и 95% доверительного интервала (95% ДИ) выборочных средних. Доверительные интервалы, приводимые в работе, строились для доверительной вероятности  $p = 95\%$ . Автор выражает благодарность научным консультантам, курировавшим исследования, положенные в основу настоящей работы – заслуженному деятелю науки РФ, доктору ветеринарных наук, профессору Григорию Гавриловичу Щербакову, доктору биологических наук, заведующему лабораторией физиологии питания Института физиологии им. И.П. Павлова РАН Андрею Андреевичу Груздкову и доктору ветеринарных наук, профессору, ректору УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» Александру Павловичу Курдеко.

**Результаты исследований.** Реализация серии опытов по изучению влияния отдельных факторов на результаты работы созданного устройства и стабильности достигаемых результатов его использования позволила установить оптимальное время инкубации. В результате нескольких серий практической реализации данной модели опыта установлено (таблица 73), что способность кишки к трансмембранному транспорту микроэлементов (в частности меди) наиболее выражена в течение первых 30 минут инкубации.

**Таблица 73- Концентрация меди (мг/кг) в кишечной стенке (n=36) в зависимости от времени инкубации**

Время инкубации, мин	Биометрический показатель			
	M	m	$\sigma$	CV
0	3,91	0,199	1,193	30,5
5	4,52	0,218	1,305	28,9
10	6,63**	0,204	1,227	18,5
15	8,14*	0,208	1,249	15,4
20	9,94*	0,493	2,957	29,7
25	10,84*	0,549	3,294	30,4
30	12,21**	0,568	3,406	27,9
40	11,94	0,549	3,294	27,6
50	12,08	0,586	3,519	29,1
60	12,24	0,605	3,631	29,7

*Примечание: \* \*\* – P 0,05, 0,01 (соответственно) – результаты проверки гипотезы о равенстве межгрупповых средних в сравнении с соответствующими значениями предыдущего временного этапа исследований посредством оценки значения параметрического F-критерия Фишера и непараметрических критериев Ван дер Вардена, Краскала-Валлиса и медианного критерия.*

При этом таблица 73 демонстрирует, что за первые 5 минут инкубации концентрация Cu в кишечной стенке возросла на 15,6%, что в сравнении с последующей энергией поглощения кишкой элемента явилось достаточно низким результатом, поскольку последующие 5 минут опыта привели к поглощению кишкой 2,11 мг/кг элемента, что на 54% выше количественной характеристики процесса первых 5 минут опыта. Обращает на себя внимание и сравнительно низкий CV на данном этапе исследований, что может трактоваться как высокая степень однородности числового ряда выборки и закономерной сущности механизмов, определяющих данный эффект.

Последующие 20 минут опыта показали прогрессирующее увеличение концентрации Cu в кишечной стенке, уровень которой к 30 минуте исследований достиг 12,21 мг/кг, что чуть более чем в 3 раза превосходило стартовую концентрацию элемента в кишечных тканях (в целом результат количественно схож с тем, что получен в описанной 1-ой серии эксперимента). Необходимо обратить внимание также и на то обстоятельство, что наиболее выражено всасывание происходило в диапазоне 5-20 минут опыта, в то время как с 20 по 30-ю минуту рост количества Cu хоть и был значителен (23–35% за каждые 5 минут), но не столь интенсивен. Что же касается второй половины опыта, то полученные количественные значения исследуемого элемента демонстрируют крайне низкую степень всасываемости на данном этапе исследований. Так, в промежутке с 30-й по 60-ю минуту опыта концентрация Cu возросла всего на 0,8%, что может быть связано с допустимой погрешностью метода определения.

Обсуждая полученные результаты, следует отметить, что существенным недостатком многих описанных в литературе методов *in vitro* является указываемое авторами [3, 10, 11] снижение интенсивности транспортных процессов при длительных (в течение 20–60 мин) инкубациях препаратов, что связывают с возможным нарушением морфофункциональной целостности стенки кишки [3]. Однако плотные контакты при получасовой инкубации эвертированных мешков не нарушаются [10]. Вместе с тем транспорт субстратов против градиента концентрации проявляется и при инкубации препаратов кишки более 20 мин. Этот феномен нельзя считать артефактом, связанным с повреждением слизистой оболочки, поскольку в ряде отношений (стереоспецифичности, насыщаемости, конкурентности, зависимости от натрия) он схож с транспортом, регистрируемым *in vivo* [3].

С другой стороны, к некоторым эффектам (например, к эффектам модификаторов транспорта, нарастающим при увеличении продолжительности инкубации препаратов), по-видимому, следует относиться весьма осторожно, так как они могут быть следствием изменения свойств слизистой оболочки. Вместе с тем, в работе [10] показано, что если вместо простого солевого раствора использовать комплексную среду для тканевых препаратов, то структурно-функциональные свойства тонкой кишки могут хорошо сохраняться при инкубациях до 120 мин. В связи с вышеизложенным нами проведена серия экспериментов по достижению стабильных результатов в отношении определенной в данной работе цели.

**Заключение.** Вышеизложенное дает основание полагать, что оптимальным временем экспозиции разработанного устройства (инкубации проб кишки) являются 30 минут, в ходе которых происходит поглощение испытуемого вещества кишечной стенкой. Последующее прекращение всасывания может быть сопряжено с разными аспектами построения опыта и зависеть от свойств собственно кишки, так и испытуемого вещества, что будет служить предметом дальнейших исследований для достижения максимально возможного понимания и стабильности функционирования модели.

**Литература.** 1. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев ; под ред. А. А. Алиева. – М. : НИЦ Инженер, 1997. – 419 с. 2. Андрушкайте, Р. Е. Модель для изучения транспорта кальция в отрезке тонкой кишки / Р. Е. Андрушкайте, Н. И. Березинь, В. К. Бауман // Пищеварение и всасывание у животных. – Рига, 1989. – С. 37–49. Всасывание и секреция в тонкой кишке: субмикроскопические аспекты / И. А. Морозов [и др.]; АМН СССР. – М. : Медицина, 1988. – 224 с. 3. Ковалёнок, Ю. К. Механизмы всасывания микроэлементов кишечником жвачных в условиях *in vitro* / Ю. К. Ковалёнок // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины. – Казань, 2012. – Т. 211. – С. 269–274. 4. Ковалёнок, Ю. К. Модель изучения всасываемости веществ кишечником / Ю. К. Ковалёнок // Инновационные технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции / Международная научно-практическая конференция [21-22 декабря 2011 г. Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО «Горский госагроуниверситет», 2012. – С. 159-160. 5. Ковалёнок, Ю. К. Устройство для изучения всасываемости веществ кишечником животных / Ю. К. Ковалёнок // Международный вестник ветеринарии. – 2012. – № 1. – С. 16-20. 6. Мазо, В. К. Новые пищевые источники эссенциальных микроэлементов-антиоксидантов / В. К. Мазо, И. В. Гмошинский, Л. И. Щирин. – М. : Миклош, 2009. – 208 с. 7. Уголев А. М. Элементы современной энтерологии / А. М. Уголев, Н. Н. Иезуитова // Адаптационно-компенсаторные процессы : на примере мембранного гидролиза и транспорта / под ред. А. М. Уголева. – Ленинград : Наука, 1991. – С. 7–51. 8. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А. П. Аецын [и др.]. – М. : Медицина, 1991. – 496 с. 9. Barthe, L. Gastrointestinal absorption of drugs: methods and studies / L. Barthe, J. Woodley, G. Houin // *Fundam. Clin. Pharmacol.* – 1999. – Vol. 13, № 2. – P. 154–168. 10. Foulkes, E. C. Slices and sacs: limitations on metabolic and functional studies in kidney cortex and intestine / E. C. Foulkes // *Proc Soc Exp Biol Med.* – 1996. – Vol. 211, № 2. – P. 155–162.

Статья передана в печать 24.04.2013

УДК 619:616.391-084:636.2-053

#### ПРОФИЛАКТИКА НЕДОСТАТОЧНОСТИ ЙОДА, СЕЛЕНА И ЖЕЛЕЗА У ТЕЛЯТ И ПОРОСЯТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕТЕРИНАРНОГО ПРЕПАРАТА «ФЕРОСЕЛ»

\*Ковзов В.В., \*Фомченко И.В., \*\*Юркевич В.А.

\*УО «Витебская ордена «Знак Почета» академия ветеринарной медицины»,  
г. Витебск, Республика Беларусь

\*\*ЧПТУП «ВетКомпани», Минская область, Минский район, д. Боровляны, Республика Беларусь

*Установлено, что ветеринарный препарат «Феросел», предназначенный для профилактики болезней обмена веществ у животных, связанных с недостаточностью железа, йода и селена, обладает высокой профилактической эффективностью, которая составила при его применении телятам 1-2 - дневного возраста 92 %, а при его применении поросятам 3-5 дневного возраста - 90 %. Препарат способствует нормализации показателей крови и повышению сохранности телят и поросят.*

*It is established, that a veterinary preparation «Feroselum», intended for preventive maintenance of illnesses of a metabolism at the animals connected with insufficiency iron, iodine and selenium, possesses high preventive efficiency which has made at its application to calves 1-2 day age - 92 % and at its application to pigs 3-5 day age - 90 %. Preparation promote normalisation of indicators of blood and increase of safety of calves and pigs.*

**Введение.** Роль микроэлементов в обмене веществ объясняется их способностью взаимодействовать с белками, в частности с ферментами и гормонами, выступая в роли специфических активаторов метаболизма. В случае дефицита микроэлементов в организме активность регуляторов и стимуляторов обмена веществ резко снижается и развиваются гипомикроэлементозы. На фоне недостаточности микроэлементов возникают иммунодефицитные состояния, приводящие к развитию различных болезней.

Ведущим этиологическим фактором развития эндемического зоба и беломышечной болезни у телят на территории Республики Беларусь является низкое содержание йода и селена в почвах, кормах и воде. Недостаток йода обуславливает гипофункцию щитовидной железы, что проявляется обменными нарушениями, снижением привесов живой массы, теплопродукции, репродуктивной функции и негативно влияет на развитие организма. Недостаточность селена усугубляет дефицит йода.