

УДК 636.52/58:612.386'392.69

## РОЛЬ СТЕНКИ КИШКИ И РАЗЛИЧНЫХ ФРАКЦИЙ ХИМУСА КИШЕЧНИКА ПТИЦЫ В СВЯЗЫВАНИИ ЦИНКА И МЕДИ

Е.П. ПОЛЯКОВА, В.П. ГЕОРГИЕВСКИЙ, К. СУНАРТО

(Кафедра физиологии и биохимии с.-х. животных)

В острых опытах на яйценосных молодках изучали содержание цинка и меди в портальной и периферической крови, печени, желчи, стенках 12-перстной, тощей, подвздошной и прямой кишок, а также способность разных фракций химуса указанных кишок связывать эти элементы. Показано, что концентрация цинка и меди в портальной и периферической крови, а также в печени и желчи не зависит от времени после приема корма. В слизистой оболочке обнаружено увеличение концентрации цинка в каудальном направлении через 2 и 3 ч после приема корма. В серозной оболочке концентрация цинка и меди, а также меди в слизистой оболочке не зависит ни от топографии кишки, ни от времени кормления. Сухая масса эндогенной фракции химуса разных отделов кишечника сопоставима с сухой массой пищевых частиц. В этой фракции содержится значительная часть цинка. Выдвигается гипотеза об участии катионов в формировании плотной эндогенной фракции химуса.

Согласно теории пристеночного пищеварения [9], в тонком кишечнике гидролиз пищевых частиц и всасывание происходят в 2 этапа: 1-й этап — полостной гидролиз, осуществляемый в полости кишки ферментами застенных и частично кишечных желез до олигомеров; 2-й — гидролиз олигомеров на люминальной поверхности энтероцитов в зоне щеточной каймы. Кишечные ферменты образуют мультиэнзимные комплексы, которые расположены на мембране микроворсинок не диффуз-

но, а в виде мозаики дискретных единиц [5]. При контакте олигомеров с ферментными ансамблями происходит гидролиз олигомеров до мономеров и сопряженное всасывание.

Следует отметить, что при рассмотрении пищеварительных и транспортных процессов в тонкой кишке необоснованно исключается слой слизи, покрывающий слизистую оболочку. Вместе с тем в начале 80-х годов появились сообщения о физиологических функциях этого слоя, покрывающего

люминальную поверхность энтероцитов [2, 7]. Он был назван слоем слизистых наложений. Показано, что слой содержит эндо- и экзогидролазы и полностью отделяет поверхность энтероцитов от жидкой фазы химуса. Проникновение через данный слой вследствие его непрерывности является обязательным этапом транспорта продуктов гидролиза пищевых частиц из полости кишки к поверхности мембран микроворсинок щеточной каймы.

Слизистые наложения, десквамируя в просвет кишки, участвуют в образовании так называемой плотной эндогенной фракции химуса [6]. Эта фракция начинается формироваться в момент смешивания кислой желудочной среды со щелочной панкреатической, образуя хлопьевидные флоккулы, несущие в себе панкреатические ферменты. При продвижении по кишечнику такие хлопья смешиваются с десквамирующимися слизистыми наложениями, образуя тем самым плотную эндогенную фракцию химуса, которая агрегирует с пищевыми частицами. Поскольку в этой фракции концентрируются панкреатические ферменты, последние оказываются топографически сближенными с субстратом (с пищевыми частицами), что и обеспечивает гидролиз пищевых частиц.

Наши предварительные исследования показали, что плотная эндогенная фракция химуса связывает в кишечнике марганец [8]. Мы предполагаем, что марганец, а возможно, и другие катионы играют роль в формировании плотной эндогенной фракции химуса, тем самым способствуя

процессам гидролиза в полости кишки.

В связи с этим мы поставили задачу — изучить возможность связывания цинка и меди в кишечнике птицы плотной эндогенной фракцией химуса.

### Методика

Молодочки яйценоского направления продуктивности со 120-дневного возраста получали корма, в 1 кг которых содержалось 50 мг цинка и 20 мг меди. В 150-дневном возрасте в разные периоды после кормления: через 12 ч (натощак), 1, 2 и 3 ч у молодых брали кровь из подкрыльцовой вены, затем их подвергали эфирному наркозу, извлекали кишечник и брали кровь из вены 12-перстной кишки и брыжеечной вены. После этого птиц убивали и брали образцы печени и желчи. Кишечник разрезали, выделяя 12-перстную, тощую, подвздошную и прямую кишки. Каждую из них вскрывали ножницами, собирали свободно лежащий химус в пробирку. Далее пластмассовым шпателем снимали слизистую оболочку, разделяя тем самым стенку кишки на мукозу и серозу с мышечным слоем. Собранный химус с помощью разработанной нами методики разделяли на фракции: растворимую, плотную эндогенную и пищевые частицы. В растворимую фракцию входят растворимые в воде ферменты, в плотную эндогенную — флоккулярные структуры, десквамирующиеся слизистые наложения, оболочки энтероцитов, нерастворимые в воде продукты эндогенного происхождения; в пищевую —

остатки пищи, отделенные от слизи, окружающей их в химусе.

Все полученные образцы высушивали при 105°C, озоляли сухим способом и определяли концентрацию цинка и меди атомно-абсорбционным методом.

### Результаты

Как видно из табл. 1, концентрация цинка и меди в крови, притекающей к кишечнику (подкрыльцовая вена), не отличалась от концентрации этих элементов в крови, оттекающей от кишечни-

ка (вена 12-перстной кишки и брыжеечная), в разные периоды после кормления, в то же время содержание аминного азота существенно увеличивалось в порտальной крови через 1, 2 и 3 ч после кормления [4]. Следовательно, в период активного пищеварения поступление этих элементов в кровь не усиливается. Стабильное содержание цинка и меди в печени и желчи в разные периоды после кормления также говорит об их равномерном поступлении во внутреннюю среду.

Таблица 1  
Концентрация цинка и меди (мг% в сыром веществе) в крови, печени и желчи в разные сроки после кормления

Время после кормления, ч	Подкрыльцовая вена	Вена 12-перстной кишки	Брыжеечная вена	Печень	Желчь
<i>Цинк</i>					
12	0,79±0,06	0,77±0,03	0,72±0,09	3,24±0,39	0,21±0,07
1	0,81±0,08	0,73±0,16	0,70±0,15	2,17±0,15	0,33±0,01
2	0,80±0,11	1,08±0,13	0,67±0,10	2,31±0,26	0,21±0,02
3	0,77±0,57	0,63±0,11	1,07±0,47	2,70±0,40	0,54±0,36
<i>Медь</i>					
12	0,09±0,003	0,16±0,03	0,15±0,015 <sup>*3</sup>	0,31±0,02	0,69±0,37
1	0,16±0,037	0,19±0,04	0,11±0,07	0,32±0,02	0,67±0,23
2	0,17±0,008	0,11±0,04	0,14±0,01 <sup>*3</sup>	0,30±0,03	0,76±0,06
3	0,10±0,016	0,17±0,06	0,09±0,01	0,30±0,02	0,80±0,14

Примечание. Здесь и далее одной и двумя звездочками обозначена достоверность разницы соответственно при  $P < 0,05$  и  $P < 0,01$  по отношению к другому периоду после кормления, на что указывает цифра возле звездочки.

Однако в стенке кишечника концентрация цинка и меди зависела от топографии кишки и времени приема корма. Так, концентрация цинка (табл. 2) в слизистой оболочке 12-перстной кишки составляла 11—13 мг% (на сухое

вещество). Для тощей и подвздошной кишок отмечалась закономерная тенденция к ее снижению в периоды натощак и через 3 ч после кормления. В период активного пищеварения (через 1 и 2 ч после приема корма) концен-

трация цинка в слизистой оболочке этих кишок изменялась значительно меньше, а в слизистой оболочке прямой кишки существенно увеличивалась во все периоды после кормления. Это значит, что содержание цинка в слизистой оболочке определяется как временем кормления, так и топографией кишки. Оно обусловлено,

видимо, синтезом в слизистой оболочке цинкзависимого ретинолсвязывающего белка, поскольку установлено, что у моногастрических животных при повышении цинка в рационе увеличивается уровень ретинолсвязывающего белка в энтероцитах слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта [1].

Таблица 2

Концентрация цинка и меди (мг% в сухом веществе) в слизистой оболочке разных отделов кишечника

Время после кормления, ч	Кишка			
	12-перстная	тощая	подвздошная	прямая
<i>Цинк</i>				
12	12,3±0,3	10,3±1,0	9,8±0,8	25,9±7,1
1	11,3±0,5	10,7±0,5	9,2±0,6	20,3±3,6
2	12,4±0,6	11,6±0,6	12,0±0,9	19,1±2,3
3	13,0±1,1	11,7±1,4	10,1±1,4	26,6±4,3
<i>Медь</i>				
12	2,1±0,2	1,89±0,12	1,42±0,08	4,48±2,58
1	2,2±0,2	1,58±0,09	1,16±0,09	2,31±0,42
2	1,8±0,2	1,54±0,03	1,21±0,11	1,75±0,36
4	1,6±0,1	1,37±0,03	1,25±0,44	1,34±0,46

Концентрация меди в слизистой оболочке 12-перстной, тощей, подвздошной и прямой кишок изменялась несущественно. Однако в периоды до кормления и через 1 ч после него отмечена тенденция к увеличению концентрации меди в слизистой оболочке всех кишок. Отсюда можно заключить, что значение данного показателя обусловлено не топографией кишки, а временем кормления.

В серозной оболочке концентрация цинка в 12-перстной, тощей и подвздошной кишках не зависела от топографии кишки и времени приема корма и колеба-

лась в пределах  $8,36 \pm 0,52$  —  $10,28 \pm 0,22$  мг% в сухом веществе. Но в прямой кишке она была несколько больше, чем в вышерасполагающихся отделах, во все периоды после кормления и составляла  $12,4 \pm 0,4$  —  $15,2 \pm 2,4$ .

Концентрация меди в серозе всех кишок колебалась в пределах от  $0,88 \pm 0,09$  до  $1,68 \pm 0,38$  мг% в расчете на сухое вещество и не зависела ни от топографии кишки, ни от времени приема корма.

Изменения содержания цинка и меди в структурах хмуса были более выражены, чем в стенке кишечника. Так, в растворимой

фракции химуса 12-перстной кишки (табл. 3) концентрация цинка не зависела от времени приема корма, хотя в тощей, подвздошной и прямой кишках этот показатель имел четко выраженную тенденцию к увеличению через 2 и 3 ч после кормления. Са-

мая низкая концентрация цинка отмечена в 12-перстной кишке. В химусе тощей, подвздошной и прямой кишок концентрация цинка закономерно увеличивалась в каудальном направлении, особенно в период через 3 ч после кормления.

Т а б л и ц а 3

**Концентрация цинка и меди (мг% в сухом веществе) в растворимой и плотной эндогенной фракциях химуса разных отделов кишечника**

Время после кормления, ч	Кишка			
	12-перстная	тощая	подвздошная	прямая
<i>Растворимая фракция</i>				
<i>Цинк</i>				
12	25,9±10,8	22,7±9,1	35,0±5,5	58,6±1,0
1	16,7±6,1	19,5±4,0	38,1±13,9	51,5±9,4
2	28,7±6,2	30,4±5,4	54,4±7,6	56,8±5,9
3	25,7±4,2	34,1±7,6	64,4±16,5	107,3±25,6
<i>Медь</i>				
12	9,16±5,76	2,99±0,76	4,58±0,92	27,3±2,5
1	5,98±1,09	4,68±0,61	6,23±1,32	16,9±7,9
2	8,31±2,40	7,16±3,86	6,71±1,44	13,8±2,9
3	7,68±3,69	4,50±1,62	17,7±5,9	39,5±13,8
<i>Эндогенная фракция</i>				
<i>Цинк</i>				
12	38,6±12,7	11,7±6,2 <sup>2</sup>	42,6±21,4 <sup>2</sup>	50,6±24 <sup>3</sup>
1	53,5±37,8	61,9±25,5	48,9±15,5 <sup>3</sup>	68,4±36 <sup>3</sup>
2	24,6±4,9	98,6±6,1	111,6±6,2	127,0±16,0
3	49,5±18,3	70,6±18,5	113,4±21,5	120,0±6,5
<i>Медь</i>				
12	2,08±1,03	4,15±3,72	5,83±2,21	3,80±1,15
1	5,17±0,29	3,13±0,70	3,10±0,83	7,56±0,86
2	4,21±0,65	2,59±0,14	4,29±0,32	4,99±1,35
3	3,84±1,13	2,18±0,34	4,70±1,09	9,92±4,31

Концентрация меди в растворимой фракции химуса в 12-перстной и тощей кишках не зависела от времени кормления и топографии кишки; в подвздошной и прямой кишках отмечалась тенден-

ция к ее повышению через 3 ч после кормления.

В плотной эндогенной фракции (табл. 3) концентрация цинка существенно выше, чем в растворимой. В 12-перстной кишке на этот

показатель время кормления не оказывало влияния. В тощей кишке самое низкое его значение наблюдалось через 12 ч после приема корма, затем оно закономерно увеличивалось и достигало максимума через 2 ч после кормления. В подвздошной и прямой кишках значение данного показателя достоверно увеличивалось через 2 и 3 ч после кормления.

Концентрация меди в плотной эндогенной фракции химуса была существенно ниже, чем в растворимой, и практически не зависела ни от времени кормления, ни от отрезка кишечника. Этот показатель лишь несколько увеличивался в прямой кишке после кормления.

Определение цинка и меди в пищевых остатках 12-перстной кишки было затруднено тем, что химус содержал большое количество слизистых образований и очень мало пищевых частиц. Повидимому, в 12-перстную кишку содержимое из желудка поступа-

ет очень небольшими порциями, обволакивается слизью и быстро проходит в тощую кишку, где и накапливается. Поэтому не удалось определить содержание цинка и меди в пищевых частицах химуса 12-перстной кишки.

Концентрация цинка в пищевых остатках тощей кишки (табл. 4) через 12 и 1 ч после кормления сопоставима с содержанием цинка в корме. В подвздошной и прямой кишках значение этого показателя возрастает, что, по-видимому, объясняется не трудностью освобождения цинка из кормовых частиц, а недостаточным полным разделением. Слизистые образования последней очень плотно облегают пищевые частицы, что затрудняет их разделение. В этом случае отмеченное выше увеличение содержания цинка в плотной эндогенной фракции химуса подвздошной и прямой кишок может оказать влияние на концентрацию цинка в пищевых остатках.

Таблица 4  
Концентрация цинка и меди (мг% в сухом веществе) в пищевых частицах химуса разных отделов кишечника

Время после кормления, ч	Кишка		
	тощая	подвздошная	прямая
<i>Цинк</i>			
12	5,25±3,52	4,74±1,88	8,87±5,61
1	3,83±0,68	6,78±1,89	12,2±2,89
2	10,62±1,08	14,05±4,39	14,2±3,24
3	9,74±3,41	10,80±3,83	9,91±4,02
<i>Медь</i>			
12	4,56±0,39	0,87±0,39	0,63±0,38
1	1,01±0,26	1,27±0,20	1,38±0,49
2	2,02±1,02	1,28±0,01	1,72±0,08
3	1,57±0,52	1,23±0,17	1,13±0,43

Концентрация меди, напротив, в пищевых остатках химуса тощей кишки сопоставима с ее содержанием в корме, а в подвздошной и прямой она несколько ниже, что свидетельствует об извлечении меди из корма.

В результате анализа стенки кишок всех отделов кишечника и всего химуса было обнаружено, что в количественном отношении плотная эндогенная фракция увеличивается в каудальном направлении и в 12-перстной кишке составляет 1—3% от суммы сухой массы серозы, мукозы и всех фрак-

ций химуса, в тощей — 4—5, в подвздошной — 6—8, в прямой — 9—20%. Содержание сухой массы пищевых частиц также увеличивалось в каудальном направлении и после приема корма составило соответственно 0,2—2%, 1—8, 15—20 и 18—33% (табл. 5). Эти данные говорят о том, что сухие массы эндогенных выделений и пищевых частиц сопоставимы: в 12-перстной и тощей кишках они одинаковые, а в подвздошной и прямой сухая масса эндогенных выделений составляет около 50% массы пищевых частиц.

Таблица 5

Соотношение сухой массы стенки кишечника и фракций химуса (%), n = 3

Время после кормления, ч	Сероза	Мукоза	Растворимая фракция	Плотная эндогенная	Пищевые частицы	Сероза	Мукоза	Растворимая фракция	Плотная эндогенная	Пищевые частицы
<i>12-перстная и тощая кишки</i>										
12	63	26	8	2	2,0	70	23	4	1	1
1	66	26	10	2	1,0	62	15	12	5	7
2	69	25	4	2	0,2	64	17	10	4	5
3	70	25	5	1	0,2	59	15	13	4	8
<i>Подвздошная и прямая кишки</i>										
12	66	16	3	2	12	44	11	6	9	30
1	59	13	7	6	15	40	5	12	9	33
2	58	11	8	8	13	36	5	13	21	16
3	65	7	7	6	15	65	5	5	7	18

Однако в нативном химусе объем пищевых частиц увеличивается незначительно, а плотной эндогенной фракции вследствие гидратации мукополисахаридов — в несколько раз. В связи с этим основной объем химуса, по видимому, представлен не пищевыми частицами, как это до сих пор считалось, а плотной эндо-

генной фракцией, слизистые образования которой обволакивают пищевые частицы, которые оказываются как бы вкрапленными в гелеобразную массу.

Отсюда обнаруженная нами высокая концентрация цинка в плотной эндогенной фракции позволяет предположить функциональную значимость этого явления.

На основании данных о концентрации цинка и меди в стенках кишки и в разных фракциях химуса, а также о сухой массе этих структур мы рассчитали валовое и процентное содержание элементов в каждой структуре, приняв за 100% общее содержание цинка и меди в серозе, мукозе и во всех фракциях химуса. Из табл. 6 вид-

но, что в 12-перстной кишке основная масса цинка обнаружена в серозе (до 60%) и в мукозе (до 28%), остальные 12% распределены в химусе: растворимая фракция — 8–10%, плотная эндогенная — 3–6%, остатки пищи — 0,5–1%. Время, прошедшее после кормления, практически не оказывало влияния на этот показатель.

Т а б л и ц а 6

**Распределение цинка и меди (% от общего содержания элементов в серозе, мукозе и фракциях химуса) в разных отделах кишечника**

Время после кормления, ч	Сероза	Мукоза	Растворимая фракция	Плотная эндогенная	Пищевые частицы	Сероза	Мукоза	Растворимая фракция	Плотная эндогенная	Пищевые частицы
<i>12-перстная и тощая кишки</i>										
<i>Цинк</i>										
12	52,1	28,7	12,6	5,5	0,5	66,3	27,9	7,4	2,7	0,7
1	57,9	22,0	12,6	6,6	1,0	45,1	12,3	17,8	22,4	2,2
2	57,3	27,3	11,4	3,7	0,5	37,7	13,8	18,1	27,0	3,5
3	60,3	27,4	8,4	3,4	0,3	38,5	12,6	25,6	19,3	4,0
<i>Медь</i>										
12	35,8	30,9	24,5	1,8	2,3	45,1	32,4	19,7	1,9	0,8
1	35,6	28,2	28,3	6,3	2,4	37,3	15,0	34,4	9,2	4,1
2	38,7	30,1	24,6	6,0	1,8	40,2	17,0	32,9	6,8	3,2
3	53,1	25,5	17,9	2,0	1,3	45,2	15,4	30,6	6,4	4,9
<i>Подвздошная и прямая кишки</i>										
<i>Цинк</i>										
12	58,6	13,4	11,7	10,4	5,8	33,6	11,4	21,0	25,8	0,8
1	42,3	9,7	17,5	23,8	7,1	23,4	4,0	27,4	35,0	7,8
2	30,8	4,9	12,4	42,6	9,4	23,1	3,1	17,7	60,5	7,2
3	31,6	4,3	21,1	32,5	8,4	13,0	5,3	22,3	33,3	7,3
<i>Медь</i>										
12	43,6	16,7	30,0	5,8	3,8	18,2	18,4	50,0	10,3	3,2
1	36,8	9,4	31,7	10,7	11,5	12,2	4,2	49,2	27,8	6,8
2	42,2	4,7	26,6	16,2	8,7	8,7	5,3	50,8	22,8	12,4
3	23,8	4,0	47,9	11,6	8,4	22,9	37,8	22,3	22,3	5,1

В тощей кишке подобное распределение цинка отмечалось лишь в период до кормления. Через 1, 2 и 3 ч после приема корма процентное содержание цинка в стенке кишки было существенно снижено, а в растворимой фракции оно

возрастало до 25% (через 3 ч после кормления), в плотной эндогенной фракции — до 27%. В то же время в пищевых частицах обнаружено лишь 2–4% общего цинка.

В подвздошной и прямой кишке эта закономерность сохраня-

лась, т.е. в период до кормления распределение цинка было таким же, как в 12-перстной кишке. Через 1, 2 и 3 ч после кормления существенно возрастало содержание цинка в плотной эндогенной фракции химуса в подвздошной (до 42%) и в прямой (до 60%) кишках. Если учесть, что общая сухая масса этой фракции химуса составляла в тощей кишке всего 4—6%, в подвздошной — 6—8, в прямой — 9—20%, то высокое содержание цинка (до 50%) в ней свидетельствует о функциональной взаимосвязи этого элемента и плотной эндогенной фракции.

Размышляя о сущности такой взаимосвязи, мы предполагаем, что либо сама плотная эндогенная фракция, кумулируя в себе цинк, связывает его, не пропуская во внутреннюю среду, либо цинк играет какую-то роль в формировании плотной эндогенной фракции химуса. Низкое его содержание в плотной эндогенной фракции 12-перстной кишки объясняется, по-видимому тем, что эта фракция в данной кишке только начинает формироваться.

Распределение меди по структурам кишечника отличается от распределения цинка тем (табл. 6), что основная ее масса в тощей, подвздошной и особенно прямой кишках обнаруживается в растворимой фракции химуса.

Таким образом, нами установлено, что концентрация цинка и меди в крови, притекающей к кишечнику и оттекающей от него, а также в печени и желчи практически не зависит от времени, прошедшего после приема корма, т.е. в период активного всасывания питательных веществ концентрация этих элементов не увеличивается ни в крови, ни в печени, ни в желчи.

В стенке кишечника только в слизистой оболочке обнаружено увеличение концентрации цинка в каудальном направлении и через 2 и 3 ч после приема корма.

Концентрация цинка и меди в серозной оболочке кишечника, а меди — в слизистой не зависит ни от топографии кишки, ни от времени кормления.

В химусе основная масса цинка сосредоточена в плотной эндогенной фракции. Содержание этого элемента увеличивается в каудальном направлении и после кормления, что обусловлено, по-видимому, формированием данной фракции химуса.

Основная масса меди обнаружена в растворимой фракции химуса. Ее содержание зависит от удаленности кишки от желудка и в меньшей степени от времени, прошедшего после кормления.

Изложенные факты свидетельствуют о том, что микральный элемент не хаотически распределяется в химусе, а каждый из них имеет свои компартменты: плотная эндогенная фракция связывает не только марганец, как это было показано нами ранее [3], но и цинк. В то же время медь концентрируется в растворимой фракции.

Все сказанное выше подтверждает наше предположение о функциональной роли плотной эндогенной фракции. Возможно, слизистые образования, входящие в состав плотной эндогенной фракции, обладая высокой комплексобразующей способностью, связывают отдельные катионы. Это, с одной стороны, препятствует поступлению катионов во внутреннюю среду, с другой — не исключено, что катионы каким-то образом участвуют в формировании плотной эндогенной фракции.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Берзинь Н.И., Бауман В.К., Смирнова Л.Д. Специфичность транспорта цинка в кишечном эпителии под влиянием витамина А. — В сб.: Физиология процессов всасывания у животных. Рига: Зинатне, 1986, с. 34—43. — 2. Гальперин Ю.М., Лазарев П.И. Пищеварение и гомеостаз. М.: Наука, 1986. — 3. Георгиевский В.И., Полякова Е.П. Кишечный химус и процессы всасывания: новые аспекты. — Тез. 2-й междунар. конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве». Боровск, ВНИИФБиП, 1995, с. 24. — 4. Георгиевский В.И., Полякова Е.П., Сунарто К., Андрюк Г.И. Зависимость содержания аминокислот азота и гексозаминов в крови кур от уровня марганца в рационе и времени приема корма. — В сб.: Биолог. основы и технолог. методы интенсификации птицеводства. М.: МСХА, 1988, с. 11—16. — 5. Кушак Р.И. пищева-

рительно-транспортная система энтероцитов. Рига: Зинатне, 1983. — 6. Морозов И.А., Лысков Ю.А. Всасывание и секреция в тонкой кишке. М.: Медицина, 1988. — 7. Питран Б.В., Атлавин А.Б., Ансите М.П. Сорбционные процессы на начальных этапах всасывания в тонкой кишке. — В сб.: Мембранное пищеварение и всасывание. Рига: Зинатне, 1986, с. 107—109. — 8. Полякова Е.П., Сунарто К., Георгиевский В.И. Минеральные элементы в портальной крови, стенке кишечника и во фракциях химуса при разном уровне марганца в рационе кур. — Тез. докл. 4-го Всес. симп. «Мембрана щеточной каймы. Ферментные и транспортные процессы в щеточной кайме энтероцитов». Рига: АН Латв.ССР, с. 105—106. — 9. Уголев А.М. Пристеночное (контактное) пищеварение. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1963.

*Статья поступила 18 марта  
1996 г.*

## SUMMARY

In experiments with egg-laying pullets the amount of zinc and copper in portal and peripheral blood, liver, bile, walls of duodenum, jejunum, ileum and rectum, as well as the ability of different chyme fractions of the intestines mentioned to connect these elements were studied. It has been shown that concentration of zinc and copper in protal and peripheral blood, as well as in liver and bile does not depend on the fact how much time has passed after feeding. In mucous membrane higher concentration of zinc in caudal direction was observed in 2 and 3 hours after feeding. In serous membrane concentration of zinc and copper, as well as concentration of copper in mucous membrane depends neither on intestine topography nor on the time of feeding.

Dry mass of endogenous chyme fraction of different sections of intestines is comparable with dry mass of food particles. In this fraction considerable part of zinc is contained. The main part of copper has been found in soluble fraction of chyme.

A hypothesis is proposed about participation of cations in formation of dense endogenous chyme fraction.