

УДК: 636.4.619:610.155.194

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ФЕРРОГЛЮКИНА И ХЕЛАТКОМПЛЕКСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ  
ВЫРАЩИВАНИИ АНЕМИЧНЫХ ПОРОСЯТ-СОСУНОВ**

**А.В. Бушов, к.б.н., Э.В. Тен, д.б.н., Ульяновская ГСХА**

**С.В. Пантелеев, к.б.н., Ульяновский госуниверситет**

Железодефицитная анемия поросят относится к наиболее распространенным их заболеваниям. Большим достижением в лечении и профилактики анемии следует считать создание железодекстрановых препаратов, которые в настоящее время используют почти во всех странах мира (Карелин А.И., 1983). К недостаткам данных препаратов относится то, что они не содержат такого необходимого для процесса кроветворения микроэлемента, как медь. В настоящее время для повышения биологической доступности минеральных веществ и обеспеченности животных микроэлементами большое внимание придается синтезу хелатных соединений (Тен Э.В., 1987; Кальницкий Б.Д., 1989). В сочетании с органическими веществами активность микроэлементов возрастает в сотни тысяч раз по сравнению с ионным их состоянием в организме животных (Кузнецов С.Г., 1989). В доступной литературе мы не нашли данных о влиянии медных хелатов в сочетании с железосодержащими соединениями для профилактики анемии у поросят-сосунов. В связи с этим на племязаводе по разведению свиней крупной белой породы учхоза Ульяновской ГСХА были проведены три научно-хозяйственных опыта (табл.1) по изучению эффективности использования в технологии выращивания анемичных поросят синтезированных новых препаратов, представляющих собой хелаткомплексное соединение салицилата железа двухвалентного с тирозинатом меди (ферретал А) или глицинатом меди (ферретал Б). В первом опыте на поросятах 30-ти суточного возраста изучалась методом меченых атомов скорость включения в обменные процессы меди из неорганической соли (сульфат меди) и органической её формы хелатного комплекса (глицинат меди). Спустя 12 часов после инъекции поросятам в заушную область медьсодержащих препаратов их убивали и брали внутренние органы и мышечную ткань для определения содержания в них радиоактивных изотопов меди. Для второго и третьего опытов было сформировано по две группы поросят. Во втором опыте животных инъекцировали однократно на 3-сутки жизни: контрольным - ферроглюкин в количестве 2 мл, а опытным такое же количество глицината меди с салицилатом железа. В третьем опыте инъекцию поросятам проводили двукратно на 3-и и 7-е сутки их жизни. При этом животным контрольной группы вводили ферроглюкин, объемом 2,0 мл, а - опытной в таком же объеме хелаткомплексное соединение салицилата железа с тирозинатом

меди (ферретал А). Кровь для морфологического и биохимического анализа брали из краниальной полой вены утром перед кормлением в 3; 6; 12 и 24-сутки жизни. В период исследований учитывали изменение живой массы поросят путем взвешивания их при рождении и каждую декаду.

### 1. Схема научно-хозяйственных опытов

Группы	Кол-во гол.	Инъецируемые препараты
Опыт № 1		
I-К	6	Раствором сернокислой меди ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) из расчета 20 мг на чистый металл
II-О	6	Глицинатом меди ( $[\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2\text{N}]_2\text{Cu}$ ) из расчета 20 мг на чистый металл
Опыт № 2		
I-К	25	На 3 сутки ферроглюкином-100 в дозе 2 мл в/м (всего 200 мг $\text{Fe}^{3+}$ )
II-О	25	На 3 сутки ферреталом Б в дозе 2 мл в/м (всего 40 мг $\text{Fe}^{2+}$ и 1,0 мг Cu)
Опыт № 3		
I-К	25	На 3 и 7 сутки ферроглюкином-75 в дозе 2,0 мл в/м (всего 300 мг $\text{Fe}^{3+}$ )
II-О	25	На 3 и 7 сутки ферреталом А в дозе 2,0 мл в/м (всего 80 мг $\text{Fe}^{2+}$ и 2,0 мг Cu)

Немаловажную роль в повышении интенсивности включения железа в процесс гемопоэза и перехода незрелых эритроцитов (ретикулоцитов) во взрослую форму играет медь, доступность которой в организме животных определяется формой её соединения (органическая и неорганическая). Данные о количественном содержании «меченой» меди в одноименных органах поросят сравниваемых групп показывают (табл. 2), что органическая форма соединения меди (тирозинат и глицинат меди) по скорости включения в обменные процессы достоверно ( $P < 0,05$ ) превышает неорганическую её форму (сульфат меди).

Наиболее чётко на введение органической формы меди отреагировали печень, селезёнка и почки. Содержание меди в этих органах было соответственно в 4,15; 1,9 и в 1,7 раза большим, чем в органах поросят, инъецированных сульфатом меди. Следовательно, поступление меди из плазмы в ткани, представляет собой активный процесс, зависящий от определённого переносчика (в данном случае от аминокислоты). Особое внимание заслуживает вопрос о переходе меди из различных соединений

с места введения (мышца) в плазму крови. Остаточное содержание «меченой» меди в мышце животных, которым был введён сульфат меди, в 3,62 раза превышает уровень содержания таковой у поросят, которым вводили глицинат меди. Это свидетельствует о том, что переход ионов меди в плазму крови, а также из плазмы в ткани и как следствие этого скорость включения данного микроэлемента в биохимические процессы, теснейшим образом связан с формой её соединения.

**2. Содержание «меченой» меди в органах и тканях поросят спустя 12 часов после введения препарата (мг %)**

Органы и ткани	Группы	
	I-K	II-O
Печень	1,00 ± 0,001	4,15 ± 0,12*
Селезёнка	0,0426 ± 0,004	0,0810 ± 0,014*
Сердце	0,084 ± 0,01	0,079 ± 0,012*
Почки	0,043 ± 0,0096	0,072 ± 0,010*
Мышца (место введения)	0,595 ± 0,23	0,185 ± 0,013*

\* P < 0,05

Материалы, сведённые в таблицы 3 и 4, характеризуют эффективность действия хелаткомплексных препаратов антианемического влияния на морфо-биохимические показатели крови поросят-сосунов в сравнении с традиционно инъецируемым им железодекстраном. У поросят с характерной гипохромной микроцитарной анемией после инъекции им ферретала Б и ферретала А интенсифицировался эритро- и гемопозз, что проявилось в увеличении в 24-х суточном возрасте в крови эритроцитарного

**3. Гематологические показатели 24-х суточных поросят**

Группа	Препарат	Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	Гемоглобин, г/л	Гематокрит, %	НЬ:Ег
Опыт 2					
I-K	Ферроглюкин	5,36±0,36	90,0±0,21	33,64±0,28	1,68:1
II-O	Ферретал Б	5,85±0,27	97,6±0,21*	36,00±0,50*	,67:1
Опыт 3					
I-K	Ферроглюкин	4,22±0,40	89,3±0,33	28,60±0,75	2,13:1
II-O	Ферретал А	4,38±0,20	101,2±0,25*	39,52±0,25**	2,31:1

\* P<0,05; \*\* P<0,01

показателя на 3,8 и 9,14 %, гемоглобина на 12,8 и 8,44 % ( $P < 0,05$ ) и гематокрита, характеризующего, массу эритроцитов, на 38,2 и 7,01% ( $P < 0,05$ ) по сравнению с инъекцией им ферроглюкина. Таким образом, полученные результаты убеждают, что хотя в организм контрольных поросят было введено железа с ферроглюкином в 3,75...5 раз больше, чем опытом с ферреталом (Б и А), последний по эффективности влияния на процесс кроветворения превосходит железодекстран. По-видимому, действующим началом хелаткомплексного соединения ферретала служит глицинат или тирозинат меди в сочетании с салицилатом железа.

#### 4. Изменения показателей крови поросят при инъекции им различных препаратов (опыт 2)

Группы	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, $10^{12}/л$	Гематокрит, %	+СОЭ, мкм <sup>3</sup>	+ССГЭ, пг	+СКГОЭ, г%
Возраст 3 суток						
I-К	38,5 ± 1,2	2,36 ± 0,21	23,00 ± 0,19	97,45	16,30	16,70
II-О	36,4 ± 2,6	2,00 ± 0,16	20,19 ± 0,20	100,95	18,20	18,00
Возраст 6 суток						
I-К	49,0 ± 2,0	2,40 ± 0,18	24,09 ± 0,19	100,30	20,40	20,43
II-О	48,0 ± 1,2	2,38 ± 0,11	23,06 ± 0,25	96,89	20,16	20,80
Возраст 12 суток						
I-К	76,3 ± 2,6	5,26 ± 0,18	32,00 ± 0,36	60,83	14,51	23,84
II-О	78,4 ± 2,5	5,30 ± 0,23	33,35 ± 0,26*	62,92	14,79	23,50
Возраст 24 суток						
I-К	90,0 ± 2,1	5,36 ± 0,36	33,64 ± 0,28	62,76	16,79	23,84
II-О	97,6 ± 2,1*	5,85 ± 0,27	36,00 ± 0,50*	62,39	16,68	26,93

\*  $P < 0,05$

+ СОЭ — средний объем эритроцитов, ССГЭ — среднее содержание гемоглобина в эритроците, СКГОЭ — средняя концентрация гемоглобина в объеме эритроцита.

Если до инъекции поросятам всех групп изучаемых препаратов (3 сутки) показатели крови были на уровне, характеризующие выраженную гипохромную анемию, то после однократного введения ферроглюкина и ферретала наблюдается уже на 6-е сутки закономерность нормализации параметров кроветворения. На 24-е сутки жизни поросят происходит полная нормализация процесса эритро- и гемопоза у животных всех групп. Сооставляя эффективность антианемического воздействия на организм поросят хелаткомплексного соединения ферретала Б (II группа) с традиционным ферроглюкином (I группа), можно утверждать, что он не уступает ему во все периоды исследований по влиянию на процесс кроветворения у них. К концу наблюдений у поросят инъектированных фер-

реталом увеличился уровень гемоглобина (на 8,44 %), эритроцитов (на 9,14 %) и гематокрита (на 7,0 %). Такая же закономерность изменений наблюдается и в таких расчётных показателях, как ССГЭ и СКГЭО. Таким образом, антианемическое после действия ферроглюкина слабее, чем ферретала. Очевидно присутствие в нём наряду с железом и меди, их взаимное влияние в метаболических процессах и пути пересечения, связанных с обменом, даёт положительный эффект.

Результаты исследований по изучению содержания железа и меди в плазме крови поросят, как критерия обеспеченности их организма этими биоэлементами (табл. 5), подтверждают ранее сделанные выводы по морфологическим показателям крови об анемическом состоянии 3-х сутокных (до инъекции) поросят. Так, содержание в их плазме крови железа колебалось с 5,8 до 6,3 мкмоль/л, а меди с 3,6 до 4,20 мкмоль/л, что почти в 3 раза ниже физиологической нормы для этого периода их развития (Кузнецов С.Г., 1991).

#### 5. Общее содержание железа и меди в плазме крови поросят

Группы	Инъекция	Возраст, сутки	Железо, мкмоль/л	Медь, мкмоль/л
I-K	Ферроглюкин	3	6,30±0,13	3,60±0,21
II-O	Ферретал	3	5,80±0,18	4,20±0,23
I-K	Ферроглюкин	6	7,60±0,25	3,89±0,18
II-O	Ферретал	6	7,80±0,30	6,40±0,18*
I-K	Ферроглюкин	12	26,30±1,20	5,64±0,19
II-O	Ферретал	12	16,00±0,95*	9,80±0,20*
I-K	Ферроглюкин	24	36,30±1,26	9,64±0,31
II-O	Ферретал	24	24,50±1,18*	14,60±0,95

\* P < 0,05

Спустя 3-е суток после первой инъекции (6-е сутки жизни) наряду с улучшением морфологической картины крови происходит и увеличение содержания в ней железа, но более интенсивно у поросят инъецированных ферреталлом (на 34,5%), чем ферроглюкином (на 20,6%). К 12-ти суточному возрасту содержание железа в плазме крови контрольных поросят превышало в 1,6...3,46 раза (P<0,01-0,05) его содержание у поросят опытной группы. Аналогичная тенденция прослеживается и в 24-х сутокном их возрасте. По-видимому, железосодержащие препараты, где связующим звеном является модифицированные углеводы (ферроглюкин) в организме животных подвергаются ступенчатому или порциальному распаду, или обладают пролонгированным действием. Поэтому концентрация железа в плазме крови поросят контрольной группы продолжала уве-

личиваться наряду с нормализацией у них эритро- и гемопозеза. Содержание меди в плазме крови поросят, инъецированных медьсодержащими препаратами (II группа), было на всём протяжении наблюдений достоверно выше ( $P < 0,05$ ), чем у инъецированных ферроглюкином (I группа). Железо и медь, попав в организм поросят, встраиваются не только в цепочку различных биохимических превращений и накоплений в органах депонирования, но и включаются в структуру биологически активных металлоферментов (церулоплазмин, каталаза, сукцинатдегидрогеназа, цитохромоксидаза и др.).

Ферментативная активность церулоплазмينا находится в прямой зависимости от концентрации меди в организме поросят. Поэтому количественное определение каталитических свойств медьоксидазы даёт представление об интенсивности метаболических превращений микроэлемента и обеспеченности им животных (табл. 6). Полифенолоксидазная активность церулоплазмينا крови у поросят инъецированных хелаткомплексным соединением салицилата железа и тирозината или глицината меди (ферретал) была в 1,3-1,7 раза выше ( $P < 0,01-0,05$ ), чем у поросят, инъецированных железодекстраном. Можно предположить, что ферретал, как имсьющий в своём составе двухвалентное железо, быстрее включается в гемопозитические процессы, а чем активнее вовлекается в обменные процессы железо, тем лучше проявляется и метаболизм меди, в том числе и на ферментативном уровне. В ферроглюкине же железо трёхвалентное и для проявления его биологической активности при синтезе гемоглобина ему ещё необходима реакция восстановления до железа двухвалентного, что, естественно, замедляет этот процесс.

#### **6. Активность церулоплазмينا в плазме крови 24-суточных поросят**

Группы	Инъекция	Содержание меди, мкмоль/л	мкмоль ПФД/ч/мл
Опыт 2			
I-K	Ферроглюкин	9,64±0,31	26,80±2,25
II-O	Ферретал Б	14,60±0,95	33,80±2,58*
Опыт 3			
I-K	Ферроглюкин	—	41,31±0,61
II-O	Ферретал А	—	69,55±0,48**

\* $P < 0,05$ ; \*\* $P < 0,01$

**7. Активность каталазы крови поросят на фоне применения различных препаратов антианемической направленности**

Группы	Иньекция	Возраст, сутки	Активность каталазы мг $H_2O_2$ на 0,02 мл крови
<b>Опыт 2</b>			
I-K	Ферроглюкин	3	2,15±0,30
II-O	Ферретал Б	3	2,36±0,26
I-K	Ферроглюкин	6	5,13±0,38
II-O	Ферретал Б	6	5,48±0,26
I-K	Ферроглюкин	12	6,60±0,26
II-O	Ферретал Б	12	5,96±0,18
I-K	Ферроглюкин	24	7,01±0,21
II-O	Ферретал Б	24	5,91±0,32**
<b>Опыт 3</b>			
I-K	Ферроглюкин	24	8,28±0,61
II-O	Ферретал А	24	5,87±0,41*

\* P < 0,05; \*\*P < 0,01

Активность каталазы, как железосодержащего фермента, подвержена не однозначному влиянию всех испытуемых препаратов (табл. 7). До инъекции поросят антианемическими препаратами (3 сутки) показатели активности каталазы крови были низкими и колебались в пределах 2,15...2,36 мг  $H_2O_2$ , что закономерно согласуется с дефицитом железа в плазме их крови (табл. 5). На шестые сутки жизни поросят (после инъекции на 3 сутки) в их крови отмечается увеличение в 2,32...2,4 раза энзиматической активности каталазы. Максимальная величина ферментативной активности (5,48 мг  $H_2O_2$ ) наблюдается у поросят, инъецированных ферреталом и она на 6,8 % больше, чем у поросят, инъецированных ферроглюкином (I группа). Это связано с тем, что ферретал, как комплексный препарат, несущий в своём составе наряду с ионами двухвалентного железа и ионы меди, по скорости включения его железа в биогенные и обменные процессы и биосинтезу металлопротеидов превышает ферроглюкин. К 12-ти суточному возрасту поросят, несмотря на резкое увеличение общего содержания железа в плазме их крови, активность металлофермента увеличивалась постепенно. В 24-суточном возрасте каталазная активность крови животных, инъецированных ферреталом Б, остаётся на таком же уровне, что и в 12-ти суточном их возрасте. Максимальная в этот период величина активности каталазы была у поросят, инъецированных ферроглюкином (7,01...8,28 мг) в то время как у инъецированных ферреталом она составляла (5,87...5,91 мг  $H_2O_2$ ). Это объясняется тем, что

инъекция ферроглюкина, в 1 мл которого содержится 100 мг трёхвалентного железа, обеспечивает поступление в организм его в 3,75...5 раз больше, чем у поросят опытных групп. К тому же он, как содержащий микроэлемент, связанный с модифицированными углеводами, обладает способностью к ступенчатой диссоциации из-за достаточно низкой константной нестойкости основополагающих комплексов.

Содержание общего белка и белковых фракций, общих липидов и холестерина в сыворотке крови имеют клинко-биологическое и прогностическое значение, так как соответствие или несоответствие этих параметров физиологическим нормам позволяет судить об эффективности применяемых антианемических препаратов и является критерием их биохимической активности. В организме поросят, инъецированных ферреталом интенсивность биосинтетических процессов, была значительно выше, чем у инъецированных желездекстраном. Это проявляется в большей концентрации в их крови белка, в основном за счёт альбуминов и альфа-глобулинов (табл. 8).

**8. Биохимические показатели крови поросят в 24-х суточном возрасте**

Показатели	Опыт 2		Опыт 3	
	I-K Ферроглю- кин	II-O Ферретал Б	I-K Ферроглю- кин	II-O Ферретал А
Общий белок, г %	4,48±0,56	4,56±0,18	5,3±0,28	6,05±0,20
Альбумины, г %	1,97±0,20	1,99±0,10	2,18±0,08	2,46±0,07*
Глобулины				
альфа	0,98±0,01	1,08±0,15	0,64±0,01	1,67±0,01*
бета	1,32±0,09	1,25±0,18	0,70±0,02	1,17±0,02*
гамма	0,29±0,01	0,24±0,03	1,70±0,09	1,53±0,09
A/Г	0,76	0,77	0,88	0,69
Общие липиды, мг%	165,3±0,01	176,4±3,02*	-	-
Общий холестерин, мг%	182,0±2,65	168,8±3,55*	-	-
Сиаловые кислоты, мг%	56,87±1,00	57,00±1,20	-	-

\*P<0,05

Но поскольку с альфа-глобулиновой фракцией связаны ферменты и в частности церулоплазмин, а также транспортные белки крови, то можно утверждать и о более активных обменных процессах и лучшей резистентности организма поросят этой группы. У них, судя по концентрации

гамма-глобулинов, быстрее наступало восстановление нормального обмена, в то время как поросята, инъецированные ферроглюкином, продолжали ещё болеть и гамма-глобулины, как защитные белки у них вырабатывались в повышенном количестве. Эти данные, а также показатели кроветворения доказывает то, что процесс восстановления их здоровья ещё не полностью закончен.

Что касается показателей липидного обмена, то содержание общих липидов у поросят, инъецированных ферреталом (II группа), было наибольшим, а концентрация холестерина наименьшей, что наряду с белковым обменом следует рассматривать как положительный момент действия хелаткомплексного антианемика.

Инъецирование хелаткомплексных соединений тирозината (глицината) меди и салицилата железа (ферретал) для профилактики анемии поросят-сосунов в сравнении с традиционным железодекстраном (ферроглюкин) способствовало нормализации процесса эритро- и гемопоза в их организме, усилению синтеза металлопротеидов и их каталитической активности, что оказало положительное влияние на рост и развитие животных (табл.9). До инъекции средняя живая масса новорождённых поросят в обоих опытах была практически одинаковой. Существенная разница в их приростах начала проследиваться только с 40-суточного возраста. В этот период живая масса поросят, инъецированных ферреталом А (опыт 3), была выше на 11,4 % ( $P < 0,05$ ), в 50-суточном – на 15,2 % ( $P < 0,05$ ) и при отъёме – на 18,7 % ( $P < 0,01$ ), чем у контрольных животных. Во втором опыте разницы в живой массе поросят контрольной и второй опытной групп не выявлено. При достижении поросятами третьего опыта живой массы 100,0 кг был произведён их убой и исследованы качественные показатели туш (убойный выход, длина туловища, толщина шпика и

### 9. Динамика живой массы поросят, кг

Возраст, суток	Опыт 2		Опыт 3	
	I-K Ферроглюкин	II-O Ферретал Б	I-K Ферроглюкин	II-O Ферретал А
1	0,760±0,090	0,780±0,100	0,819±0,05	0,827±0,07
10	2,00±0,18	2,13±0,19	2,50±0,17	2,59±0,20
20	5,17±0,40	5,00±0,25	5,19±0,44	5,08±0,30
30	7,38±0,77	7,74±0,78	8,73±0,77	8,03±0,77
40	10,45±1,25	11,00±1,28	10,46±0,15	11,65±0,17*
50	12,74±1,70	11,97±1,50	12,88±0,58	14,84±0,62*
60	16,36±1,95	17,00±1,69	15,24±0,46	18,09±0,64*

\*  $P < 0,05$

другие) (табл. 10). Под влиянием хелаткомплексного антианемического препарата свиньи опытной группы имели преимущество перед контрольными по скороспелости (210 против 215 суток), по среднесуточному приросту (на 3,9%), по массе задней трети полутуши (на 5,6%), но уступали им по толщине шпика на 8,0%.

**10. Результаты контрольного откорма  
и оценки качества туш свиней**

Показатели	Группы		% к контролю
	I-K	II-O	
Количество голов	20	20	100
Возраст достижения 100 кг, суток	215,0±1,20	210,0±0,80*	97,7
Среднесуточный прирост, г	672,0±10,0	698,0±7,00	103,90
Затрачено корм. ед. на 1 кг прироста	3,83	3,94	102,90
Предубойная масса, кг	100,0±8,10	100,0±5,60	-
Длина туши, см	106,0±1,25	106,0±0,98	-
Толщина шпика над 6-7-м грудным позвонком, см	3,20±0,25	2,95±0,13	92,00
Масса задней трети полутуши, кг	10,7±0,95	11,3±0,63	105,60
Площадь «мышечного глазка», см <sup>2</sup>	39,0±1,10	39,2±0,95	100,50

Содержание аминокислот в длиннейшей мышце спины под действием препаратов показывает, что у свиней опытной группы мясо отличается более высоким содержанием заменимых и незаменимых аминокислот. В частности, достоверно большим было содержание заменимых аминокислот серина, глутаминовой кислоты ( $P<0,05$ ), незаменимых – валина, лейцина, изолейцина, гистидина, тирозина ( $P<0,01$  и  $P<0,05$ ). Суммарно в мясе свиней, которым вводили ферретал, содержалось 139,56 г % незаменимых аминокислот, а в мясе контрольных свиней – 126,21 г %.

Таким образом, на фоне существующих технологий выращивания поросят в целях профилактики их железодефицитной анемии рекомендуется внутримышечное одно- двухкратное (3 и 7-сутки) введения им ферретала, содержащего салицилат железа и тирозинат или глицинат меди в дозе 2,0 мл на голову. Под влиянием ферретала в организме анемичных поросят быстрее наступало восстановление нормального обмена, в то время как поросята, инъецированные ферроглюкином, продолжали ещё болеть, и гамма-глобулины, как защитные белки, у них вырабатывались в повышенном количестве. Поэтому они при откорме позднее достигают живой массы 100 кг, туши их содержат больше сала, а мясо – меньше незаменимых аминокислот в сравнении со свиньями, инъецированными ферреталом.