

УДК 636.22/.27:591.471

ВОЗРАСТНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КОСТЕЙ КОНЕЧНОСТЕЙ И ПОЗВОНКОВ У ЧИСТОПОРОДНЫХ И ПОМЕСНЫХ БЫЧКОВ

М. Ф. ЮДИН, В. Н. ЛАЗАРЕНКО, Е. А. АРЗУМАНЯН, В. Ф. ВРАКИН,
С. С. ТИМОФЕЕВА

(Кафедра анатомии, гистологии и эмбриологии с.-х. животных,
кафедра мясного и молочного скотоводства)

При осуществлении мероприятий по дальнейшему увеличению производства продуктов животноводства важно шире использовать животных, способных интенсивно расти. Чтобы выделить таких животных, необходимо располагать данными об их хозяйственно-биологических признаках. Основным внешним признаком, характеризующим здоровый тип животного, является крепкий, хорошо развитый костяк. Костная система теснейшим образом связана с другими органами и организмом в целом. Поэтому, изучая скелет, мы получаем сведения, позволяющие судить о состоянии всего организма.

Структура костной ткани, содержание в ней минеральных веществ в значительной степени определяют состояние здоровья и крепость конституции животного, его продуктивность и долголетие. Костяк имеет большое значение и при оценке мясной продуктивности скота. Однако возрастные

и породные особенности развития костной ткани изучены недостаточно. Исследовались в основном какой-либо отдел скелета или его фрагмент.

Нами изучались крепость костяка и его химический состав в онтогенезе, выявлялась также приспособленность животных симментальской и черно-пестрой пород, помесей черно-пестрого скота с голландской и голштино-фризской породами к промышленным условиям содержания при интенсивном выращивании и откорме.

Материал и методика

Научно-производственный опыт был выполнен на базе госплемзавода «Россия» Сосновского района Челябинской области в 1979—1980 гг. Для исследования физико-механических свойств трубчатых костей конечностей и химического состава костной ткани было сформировано 4 группы быч-

ков (по 15 гол. в каждой): I группа — симментальская порода, II — черно-пестрая порода, III — помеси от скрещивания черно-пестрых коров с быками голландской породы, IV — помеси от скрещивания черно-пестрых коров с голштино-фризскими быками.

Все животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Уровень кормления был рассчитан на получение среднесуточных приростов живой массы не менее 900 г. Концентраты в рационе составляли (по питательности) 43—46%, сочные и зеленые корма — 28—35%, грубые — 15—20%. Рационы сбалансированы по всем питательным веществам. Соотношение кальция и фосфора в рационе 1,5:1. Затраты кормов на 1 кг прироста 7,3—7,9 корм. ед. Убой скота проводили в 20-дневном возрасте и в 6, 12 и 15 мес. Полученные результаты обрабатывали методом вариационной статистики (по Е. К. Меркурьевой) и выражали в международной системе СИ.

Результаты исследований

На крепость костяка влияют порода, пол, упитанность и конституция животных.

Результаты исследований показали, что разрушающая нагрузка на сжатие трубчатых костей конечности с возрастом увеличивалась (табл. 1). Трубчатые кости тазовой конечности во все возрастные периоды выдерживали более высокую нагрузку на сжатие, чем трубчатые кости грудной конечности. За исследуемый период показатели разрушающей нагрузки на сжатие увеличивались более чем в 4 раза. Если судить о разрушающей нагрузке на сжатие трубчатых костей у бычков II группы в 15-месячном возрасте, то можно заключить, что трубчатые кости тазовой конечности прочнее, чем грудной (на 3—8%). Разрушающая нагрузка на сжатие возрастала в дистальном направлении, что объясняется более высокой нагрузкой тела на кости, расположенные в нижнем звене конечности (плюсна, пястная).

Т а б л и ц а 1

Результаты испытания трубчатых костей конечностей на сжатие ($X \pm t$)

Возраст быч-ков	Бедренная	Большебер-цовая	Плюсна	Плечевая	Лучевая	Пястная
I группа						
20 дн.	20 761 ±26,6	21 101 ±49,0	22 308 ±37,3	18 070 ±39,0	20 607 ±29,3	21 013 ±39,0
6 мес	40 584 ±24,1	41,231 ±34,5	49 806 ±34,4	37 709 ±59,9	39 240 ±29,3	46 401 ±69,3
12 »	76 842 ±50,1	79 461 ±74,8	86 652 ±59,0	69 974 ±68,7	73 575 ±56,6	78 637 ±68,7
15 »	84 366 ±70,3	87 289 ±19,7	88 290 ±98,0	76 027 ±56,9	80 275 ±68,7	84 689 ±83,4
II группа						
20 дн.	19 453 ±68,7	19 943 ±29,3	20 983 ±49,3	16 648 ±63,7	19 296 ±73,6	19 983 ±44,1
6 мес	39 707 ±24,1	40 678 ±33,0	48 883 ±49,0	37 033 ±49,0	38 455 ±49,0	46 009 ±59,0
12 »	76 351 ±54,7	78 245 ±44,9	85 837 ±67,8	69 484 ±19,7	72 908 ±68,7	77 822 ±63,7
15 »	81 913 ±79,5	85 837 ±56,9	86 651 ±68,7	75 537 ±68,1	79 785 ±68,7	84 366 ±78,7
III группа						
20 дн.	18 753 ±8,6	19 228 ±56,9	19 737 ±9,7	15 833 ±5,8	17 658 ±69,3	19 375 ±10,0
6 мес	39 063 ±52,0	39 563 ±69,0	47 529 ±44,4	36 140 ±34,4	37 601 ±29,3	45 466 ±46,0
12 »	72 594 ±56,6	75 374 ±39,7	84 033 ±58,7	68 670 ±56,6	70 730 98,3	75 439 ±56,6
15 »	76 518 ±73,5	83 052 ±39,3	85 504 ±78,7	75 400 ±39,3	78 703 ±29,3	83 052 ±68,7
IV группа						
20 дн.	18 512 ±34,9	18 247 ±56,9	19 120 ±53,9	15 637 ±29,3	17 491 ±34,4	17 707 ±49,0
6 мес	38 092 ±48,7	38 907 ±59,0	46 352 ±44,1	35 420 ±6,3	37 111 ±29,7	44 145 ±59,0
12 »	72 594 ±56,6	72 751 ±98,0	81 493 ±69,0	68 503 ±83,3	69 121 ±59,0	74 232 ±29,7
15 »	76 518 ±113,2	79 657 ±56,6	83 709 ±68,7	74 556 ±90,6	78 509 ±29,3	82 404 ±113,2

Результаты испытания трубчатых костей конечностей на изгиб ($\bar{X} \pm m$)

Возраст бычков	Бедренная	Большеберцовая	Плюсна	Плечевая	Лучевая	Локтевая
I группа						
20 дн.	6 769 ±39,0	7 685 ±32,7	8 603 ±49,0	5 866 ±76,8	6 704 ±32,7	7 436 ±49,0
6 мес	12 459 ±56,6	12 851 ±65,0	13 577 ±34,4	11 164 ±39,7	11 537 ±58,7	12 204 ±39,5
12 »	18 737 ±56,6	18 796 ±49,0	21 876 ±56,6	13 008 ±70,6	17 227 ±39,3	21 190 ±56,9
15 »	21 739 ±39,3	24 034 ±56,9	26 487 ±56,6	15 362 ±70,7	18 472 ±68,7	22 563 ±84,9
II группа						
20 дн.	6 092 ±78,7	7 489 ±32,7	8 407 ±39,3	5 631 ±39,0	6 442 ±65,7	7 298 ±29,3
6 мес	11 772 ±45,3	12 393 ±66,0	12 802 ±49,0	10 703 ±49,0	11 183 ±57,7	11 743 ±29,3
12 »	18 502 ±39,3	18 668 ±34,4	21 347 ±70,9	12 949 ±56,6	17 099 ±68,7	20 434 ±68,7
15 »	21 248 ±58,7	23 740 ±70,6	26 154 ±39,3	15 039 ±54,1	18 306 ±58,7	22 425 ±68,7
III группа						
20 дн.	5 798 ±9,7	6 962 ±56,7	8 280 ±33,8	5 405 ±10,0	6 180 ±69,3	7 175 ±43,2
6 мес	11 445 ±32,7	12 066 ±19,3	12 105 ±39,3	9 849 ±39,3	10 432 ±32,7	10 860 ±68,7
12 »	17 658 ±56,6	18 178 ±83,6	20 925 ±78,7	12 420 ±88,3	15 363 ±58,7	19 777 ±98,0
15 »	21 249 ±59,9	23 181 ±68,7	25 506 ±56,6	14 715 ±56,6	17 815 ±98,0	21 582 56,6
IV группа						
20 дн.	5 602 ±48,4	6 863 ±4,2	7 946 ±21,1	5 366 ±59,0	6 082 ±69,3	7 063 ±16,7
6 мес	10 984 ±59,0	11 311 ±46,3	11 625 ±49,0	9 526 ±9,7	10 036 ±50,4	10 506 ±56,9
12 »	17 658 ±59,0	17 952 ±49,0	20 758 ±78,7	12 262 ±56,9	14 748 ±32,7	19 286 ±78,7
15 »	20 601 ±79,1	22 857 ±56,6	24 525 ±73,6	14 224 ±113,4	17 707 ±49,0	21 582 ±90,6

Выявлены и межпородные различия по результатам испытания трубчатых костей конечностей на сжатие. Эти кости у бычков I группы выдерживали наибольшую разрушающую нагрузку, у бычков IV группы — наименьшую. Животные II и III групп по данному показателю занимали промежуточное положение. В 15-месячном возрасте разрушающая нагрузка плюсневой кости бычков I группы была на 20 % выше, чем во II группе, а во II группе — на 1,0 и 3,0 % выше, чем соответственно в III и IV группах.

Показатели деформирующей нагрузки на изгиб (табл. 2) изменялись аналогично показателям разрушающей нагрузки. С возрастом деформирующая нагрузка возрастала в 3—3,5 раза. Трубчатые кости тазовой конечности выдерживали большую деформирующую нагрузку (на 16—41 %), чем трубчатые кости грудной конечности. Деформирующая нагрузка увеличивалась в дистальном направлении, т. е. сверху вниз.

Трубчатые кости бычков I группы обладали самой высокой упругостью, а помесей IV группы — самой низкой. Трубчатые кости грудной конечности во все возраст-

ные периоды лучше выдерживали высокую разрушающую нагрузку, чем деформирующую. В 15-месячном возрасте разрушающая нагрузка плюсневой кости бычков I группы была в 3,2 раза выше деформирующей. Аналогичная картина наблюдалась и при анализе соответствующих показателей других исследуемых трубчатых костей.

Кости обладают высоким запасом прочности. Показатели разрушающей нагрузки превышали показатели живой массы в 20—22 раза, а деформирующей нагрузки — в 5—6 раз.

Возрастное увеличение разрушающей и деформирующей нагрузок можно объяснить повышением содержания неорганических и органических веществ в костной ткани, о чем свидетельствуют результаты определения химического состава костей.

Обменные процессы в организме совершенствуются при определенном уровне макро- и микроэлементов в тканях и межтканевых жидкостях. В связи с этим необходимо депо минеральных веществ в организме. Одним из таких депо является костная ткань. Содержание в костной ткани минеральных веществ, особенно кальция,

Содержание влаги в костях (%)

Возраст бычков	Грудной позвонок	Хвостовой позвонок	Бедренная	Плечевая	Плюсна	Пястная
I группа						
20 дн.	58,0±0,1	61,3±0,1	46,1±0,1	51,9±0,2	44,3±0,1	47,1±0,1
6 мес	44,1±0,1	39,1±0,1	28,6±0,1	30,2±0,2	21,2±0,3	21,9±0,3
12 »	31,4±0,2	35,7±0,2	23,7±0,1	23,3±0,2	14,7±0,2	13,9±0,3
15 »	28,8±0,1	32,8±0,2	20,9±0,2	20,8±0,2	12,7±0,2	13,1±0,1
II группа						
20 дн.	60,8±0,3	64,5±0,2	50,3±0,1	54,1±0,2	47,3±0,1	49,8±0,1
6 мес	47,3±0,0	42,1±0,2	31,2±0,1	32,3±0,2	23,9±0,3	24,3±0,2
12 »	46,9±0,2	39,9±0,2	25,2±0,2	26,6±0,3	16,3±0,2	16,9±0,3
15 »	30,6±0,1	34,3±0,3	22,7±0,3	25,2±0,1	14,6±0,2	15,7±0,2
III группа						
20 дн.	61,9±0,0	65,9±0,3	51,1±0,2	55,3±0,2	48,5±0,1	50,5±0,1
6 мес	47,8±0,1	45,3±0,1	33,0±0,1	33,1±0,2	24,6±0,2	25,0±0,2
12 »	39,1±0,2	41,9±0,1	26,8±0,1	27,3±0,1	17,3±0,1	17,5±0,1
15 »	32,7±0,1	37,3±0,1	23,1±0,1	25,9±0,1	15,5±0,1	16,3±0,1
IV группа						
20 дн.	62,9±0,0	67,7±0,2	51,7±0,1	55,7±0,2	49,0±0,2	50,9±0,2
6 мес	48,7±0,2	47,7±0,1	33,7±0,1	33,9±0,2	25,0±0,1	25,9±0,0
12 »	39,5±0,3	42,7±0,2	27,7±0,1	26,6±0,1	18,9±0,1	19,3±0,1
15 »	33,2±0,1	39,6±0,2	24,0±0,1	26,0±0,1	16,9±0,1	16,9±0,2

фосфора и магния, оказывает влияние на крепость костяка.

Содержание влаги во всех исследуемых костях (табл. 3) к 15 мес снизилось, разница достоверна ($P < 0,001$). Это объясняется тем, что с возрастом происходит интенсивная минерализация скелета, т. е. замена хрящевой ткани костной. При этом чем больше кость испытывает напряжение (пястная, плюсовая), тем интенсивнее она

подвергается минерализации и меньше влаги в ней остается. Больше всего влаги в костной ткани содержалось у бычков IV группы, меньше всего — у бычков I группы, что указывает на лучшую минерализацию скелета у последних.

Содержание золы с возрастом увеличивалось на 13—19% (табл. 4), что подтверждает вывод об усилении минерализации скелета по мере роста животных. На-

Таблица 4

Содержание золы в костях (%)

Возраст бычков	Грудной позвонок	Хвостовой позвонок	Бедренная	Плечевая	Плюсна	Пястная
I группа						
20 дн.	18,0±0,1	14,1±0,1	25,2±0,1	20,2±0,1	24,5±0,1	26,0±0,2
6 мес	23,1±0,1	22,5±0,2	34,2±0,3	33,8±0,2	38,1±0,2	38,9±0,2
12 »	30,4±0,1	25,6±0,4	37,8±0,1	37,6±0,2	41,5±0,1	43,2±0,2
15 »	33,1±0,1	27,7±0,1	38,7±0,3	39,4±0,1	42,9±0,1	44,5±0,1
II группа						
20 дн.	16,0±0,1	11,5±0,1	22,1±0,2	18,2±0,1	22,1±0,2	22,1±0,1
6 мес	20,0±0,1	18,1±0,1	32,0±0,1	32,4±0,2	36,7±0,3	37,5±0,2
12 »	25,8±0,2	19,2±0,2	34,2±0,1	36,4±0,3	40,4±0,2	39,2±0,2
15 »	31,8±0,2	23,4±0,1	36,4±0,1	38,7±0,1	41,6±0,1	40,6±0,1
III группа						
20 дн.	15,2±0	10,8±0,2	21,8±0,3	18,2±0,1	21,4±0,2	21,8±0,2
6 мес	19,1±0,1	17,4±0,1	31,0±0,2	31,7±0,2	35,9±0,2	36,8±0,2
12 »	23,8±0,2	17,9±0,2	33,7±0,2	35,3±0,2	39,5±0,1	38,7±0,3
15 »	30,7±0,1	22,0±0,1	35,3±0,1	36,3±0,1	40,1±0,1	39,7±0,1
IV группа						
20 дн.	15,1±0,1	10,2±0,1	22,0±0,1	17,9±0,2	20,9±0,1	21,0±0,2
6 мес	18,7±0,1	16,4±0,2	30,6±0,1	31,1±0,2	35,2±0,2	37,4±0,2
12 »	22,0±0,1	17,4±0,2	32,6±0,3	34,0±0,3	39,3±0,2	37,4±0,2
15 »	28,2±0,1	21,7±0,1	35,0±0,1	34,1±0,1	39,1±0,1	39,0±0,1

Содержание кальция (числитель) и калия (знаменатель) в костях
($\times 10^{-10}$ кмоль в 100 мг золы)

Возраст бычков	Грудной позвонок	Хвостовой позвонок	Бедренная	Плечевая	Плюсна	Пястная
I группа						
20 дн.	$3973 \pm 16,4$	$3458 \pm 22,0$	$4467 \pm 6,0$	$4480 \pm 9,6$	$4966 \pm 25,2$	$4982 \pm 14,5$
	$106 \pm 0,6$	$95 \pm 1,5$	$51 \pm 1,5$	$66 \pm 3,2$	$107 \pm 1,5$	$117 \pm 5,3$
6 мес	$4308 \pm 22,5$	$3741 \pm 20,6$	$5037 \pm 14,1$	$4569 \pm 16,3$	$5037 \pm 18,2$	$4972 \pm 59,1$
	$100 \pm 1,5$	$89 \pm 0,9$	$49 \pm 0,7$	$67 \pm 2,7$	$72 \pm 1,5$	$74 \pm 4,6$
12 »	$4806 \pm 22,2$	$3691 \pm 28,9$	$5329 \pm 26,8$	$5086 \pm 19,6$	$5565 \pm 40,2$	$5445 \pm 20,8$
	$60,7 \pm 0,6$	$61,3 \pm 1,9$	$42,7 \pm 2,2$	$58,5 \pm 1,5$	$44 \pm 2,1$	$49,1 \pm 1,7$
15 »	$5345 \pm 23,1$	$3574 \pm 36,3$	$5419 \pm 40,5$	$5244 \pm 18,0$	$5697 \pm 49,7$	$5623 \pm 28,9$
	$63,9 \pm 1,6$	$58,8 \pm 1,6$	$38,4 \pm 1,5$	$60,5 \pm 0,9$	$43 \pm 1,1$	$37,9 \pm 1,1$
II группа						
20 дн.	$3851 \pm 19,0$	$3620 \pm 39,7$	$4349 \pm 39,9$	$4376 \pm 28,8$	$4960 \pm 26,3$	$4971 \pm 38,9$
	$112 \pm 2,4$	$93 \pm 2,2$	$49 \pm 0,9$	$68 \pm 2,0$	$101 \pm 4,6$	$100 \pm 1,5$
6 мес	$4313 \pm 31,9$	$3767 \pm 65,5$	$4894 \pm 25,3$	$4581 \pm 48,9$	$4984 \pm 25,3$	$4953 \pm 34,4$
	$112 \pm 2,4$	$87 \pm 2,9$	$47 \pm 1,5$	$64 \pm 1,5$	$69 \pm 2,0$	$73 \pm 3,5$
12 »	$4738 \pm 65,8$	$3674 \pm 68,2$	$4754 \pm 95,7$	$4816 \pm 38,8$	$5396 \pm 36,3$	$4808 \pm 23,3$
	$59,7 \pm 3,4$	$60,4 \pm 0,9$	$40,2 \pm 0,5$	$59,8 \pm 5,2$	$49,6 \pm 2,3$	$49,6 \pm 2,0$
15 »	$5332 \pm 230,4$	$3691 \pm 37,9$	$5073 \pm 153,9$	$5047 \pm 19,2$	$5598 \pm 50,5$	$5410 \pm 39,1$
	$72,3 \pm 1,9$	$60,5 \pm 2,2$	$35,5 \pm 1,3$	$58,7 \pm 3,9$	$44,3 \pm 1,5$	$37,3 \pm 2,1$
III группа						
20 дн.	$3892 \pm 32,7$	$3616 \pm 43,6$	$4406 \pm 47,6$	$4468 \pm 11,6$	$4918 \pm 51,3$	$4953 \pm 17,2$
	$106 \pm 1,2$	$94 \pm 2,7$	$41 \pm 2,1$	$62 \pm 0,9$	$106 \pm 1,0$	$122 \pm 6,1$
6 мес	$4298 \pm 17,3$	$3732 \pm 46,2$	$4692 \pm 24,1$	$4539 \pm 21,3$	$4992 \pm 21,3$	$5005 \pm 9,6$
	$103 \pm 1,8$	$87 \pm 2,34$	$44 \pm 1,7$	$66 \pm 3,2$	$70 \pm 1,5$	$71 \pm 0,4$
12 »	$5109 \pm 286,1$	$3724 \pm 21,8$	$4966 \pm 206,1$	$4961 \pm 37,9$	$4923 \pm 51,8$	$4851 \pm 34,2$
	$61,2 \pm 1,4$	$64,3 \pm 1,3$	$41,5 \pm 1,1$	$65,3 \pm 1,1$	$48,6 \pm 2,3$	$51,3 \pm 2,6$
15 »	$5545 \pm 67,8$	$3757 \pm 36,3$	$5021 \pm 35,6$	$5186 \pm 18,7$	$5593 \pm 68,4$	$5505 \pm 55,2$
	$60,2 \pm 1,9$	$60,6 \pm 0,8$	$40,1 \pm 0,7$	$62,1 \pm 2,7$	$42,2 \pm 1,5$	$37,2 \pm 1,4$
IV группа						
20 дн.	$3814 \pm 20,8$	$3449 \pm 36,3$	$4458 \pm 35,6$	$4405 \pm 22,3$	$4954 \pm 7,9$	$4880 \pm 13,0$
	$109 \pm 1,5$	$91 \pm 1,5$	$50 \pm 0,7$	$66 \pm 1,7$	$104 \pm 1,2$	$117 \pm 5,2$
6 мес	$4302 \pm 20,0$	$3741 \pm 14,2$	$4651 \pm 114,6$	$4561 \pm 16,5$	$5021 \pm 33,5$	$4949 \pm 38,5$
	$101 \pm 2,1$	$90 \pm 2,7$	$43 \pm 1,8$	$63 \pm 2,1$	$71 \pm 1,7$	$71 \pm 1,5$
12 »	$5141 \pm 47,7$	$3666 \pm 62,8$	$4813 \pm 64,4$	$4925 \pm 55,4$	$4938 \pm 49,8$	$4726 \pm 69,4$
	$57,6 \pm 2,0$	$63,3 \pm 2,4$	$41,2 \pm 2,1$	$68,3 \pm 1,6$	$43,1 \pm 2,1$	$48,8 \pm 1,2$
15 »	$5467 \pm 24,2$	$3683 \pm 58,3$	$5118 \pm 61,4$	$5057 \pm 15,9$	$5560 \pm 27,5$	$5479 \pm 20,2$
	$62,2 \pm 1,6$	$59,1 \pm 1,4$	$39,2 \pm 0,7$	$56,5 \pm 2,8$	$42,7 \pm 0,7$	$35,9 \pm 1,1$

ибольшее количество золы содержалось в пястной и плюсневой костях. В связи с этим они имели более высокую разрушающую нагрузку на сжатие.

Костная ткань бычков I группы характеризовалась самым высоким содержанием золы во все возрастные периоды, а помесей IV группы — самым низким. В 15 мес количество дозы в грудном позвонке бычков I группы составляло 33,1 % ($P=0,05$), хвостовом позвонке 27,7 ($P<0,001$), плюсне — 42,9 ($P<0,01$), пястной кости — 44,6 ($P<0,01$), а у помесей IV группы — соответственно 28,2 ($P<0,001$), 39,1 ($P<0,001$) и 39,0 ($P<0,01$), 21,7 % ($P<0,001$).

Содержание органических веществ в костной ткани за исследуемый период увеличивалось на 13—16 %. Количество органических веществ в 15 мес было наибольшим в пястной и плюсневой костях — 42,3—44,4 %, в позвонках оно составляло 36,6—42,4 %. Полученные данные подтверждают вывод: чем больше органических веществ в костях, тем выше их упругость. Пястная и плюсневая кости имели самое высокое содержание органических веществ, они также выдерживали наибольшую деформирующую нагрузку на изгиб. Существенных межпородных различий по содержанию органических веществ в изучаемых костях не установлено.

Содержание железа (числитель) и цинка (знаменатель) в костях
($\cdot 10^{-10}$ кмоль в 100 мг зола)

Возраст бычков	Грудной позвонок	Хвостовой позвонок	Бедренная	Плечевая	Плюсна	Пястная
I группа						
20 дн.	$6,5 \pm 0,2$	$3,2 \pm 0,6$	$2,5 \pm 0,4$	$2,6 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,5$
	$4,8 \pm 0,3$	$7,7 \pm 0,8$	$3,4 \pm 0,1$	$3,1 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,2$
6 мес	$6,4 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,4$	$1,5 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,3$	$3,3 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,4$
	$3,6 \pm 0,1$	$7,0 \pm 0,4$	$3,2 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,3$	$2,1 \pm 0,2$	$2,1 \pm 0,1$
12 »	$6,8 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,0$	$1,3 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,6$
	$5,3 \pm 0,3$	$7,6 \pm 0,1$	$3,5 \pm 0,3$	$2,5 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,1$
15 »	$4,9 \pm 0,0$	$2,2 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,0$	$1,0 \pm 0,0$	$3,2 \pm 0,2$	$1,3 \pm 0,2$
	$2,9 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,4$	$2,1 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,2$	$1,9 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,2$
II группа						
20 дн.	$6,1 \pm 0,4$	$3,8 \pm 0,6$	$2,5 \pm 0,3$	$2,7 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,3$
	$4,4 \pm 0,2$	$8,9 \pm 0,1$	$3,8 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,2$
6 мес	$6,1 \pm 0,4$	$4,3 \pm 0,4$	$1,1 \pm 0,1$	$2,7 \pm 0,2$	$3,4 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$
	$3,8 \pm 0,2$	$8,5 \pm 0,5$	$2,9 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,3$	$2,4 \pm 0,2$
12 »	$6,4 \pm 0,3$	$2,2 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,2$	$1,1 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,3$	$1,7 \pm 0,4$
	$5,4 \pm 0,4$	$8,0 \pm 0,5$	$3,8 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,0$	$1,8 \pm 0,2$
15 »	$4,6 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,1$	$0,9 \pm 0,6$	$0,9 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,1$
	$3,1 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,0$	$2,1 \pm 0,1$	$1,7 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,1$
III группа						
20 дн.	$5,5 \pm 0,2$	$3,8 \pm 0,8$	$2,4 \pm 0,3$	$2,6 \pm 0,1$	$3,3 \pm 0,2$	$3,0 \pm 0,2$
	$4,6 \pm 0,1$	$7,4 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,1$	$2,8 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,3$
6 мес	$6,4 \pm 0,3$	$3,4 \pm 0,1$	$1,5 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,2$	$3,3 \pm 0,3$	$2,0 \pm 0,1$
	$3,6 \pm 0,2$	$8,6 \pm 0,2$	$2,8 \pm 0,0$	$2,5 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$
12 »	$6,4 \pm 0,4$	$2,3 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,4$	$1,6 \pm 0,0$
	$5,5 \pm 0,4$	$7,5 \pm 0,6$	$3,3 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,0$	$2,0 \pm 0,1$
15 »	$4,8 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$	$0,9 \pm 0,1$	$1,0 \pm 0,0$	$3,3 \pm 0,2$	$1,4 \pm 0,1$
	$3,0 \pm 0,1$	$3,8 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,2$	$2,2 \pm 0,1$	$1,8 \pm 0,0$	$1,9 \pm 0,1$
IV группа						
20 дн.	$6,8 \pm 0,1$	$4,1 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,2$	$3,6 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,3$
	$4,6 \pm 0,1$	$8,1 \pm 0,4$	$3,3 \pm 0,1$	$2,9 \pm 0,2$	$2,6 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,2$
6 мес	$6,3 \pm 0,3$	$3,6 \pm 0,1$	$1,6 \pm 0,1$	$3,0 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,2$
	$3,5 \pm 0,3$	$8,1 \pm 0,4$	$3,0 \pm 0,1$	$2,2 \pm 0,0$	$2,2 \pm 0,2$	$2,3 \pm 0,2$
12 »	$6,4 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,0$	$1,3 \pm 0,1$	$1,1 \pm 0,2$	$2,0 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,4$
	$5,3 \pm 0,4$	$7,5 \pm 0,1$	$3,7 \pm 0,1$	$2,6 \pm 0,1$	$2,3 \pm 0,1$	$2,0 \pm 0,2$
15 »	$4,7 \pm 0,1$	$2,1 \pm 0,1$	$0,8 \pm 0,1$	$0,7 \pm 0,0$	$3,2 \pm 0,1$	$1,4 \pm 0,1$
	$3,0 \pm 0,3$	$3,9 \pm 0,1$	$2,4 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$	$1,9 \pm 0,1$

Количество кальция в костной ткани с возрастом увеличивалось (табл. 5). За исследуемый период его содержание в костной ткани повысилось на 13—17%. Соотношение кальция и фосфора в золе изучаемых костей колебалось от 2,1:1 до 2,5:1. Больше всего этих элементов содержалось в пястной и плюсневой костях.

Наибольшее количество кальция в костной ткани характерно для бычков I группы, наименьшее — для помесей IV группы. В 15 мес его содержание в пястной кости бычков I группы составляло $5623 \cdot 10^{-10}$ кмоль ($P=0,05$), у помесей IV группы — $5479 \cdot 10^{-10}$ кмоль. На основании этих данных можно заключить, что

у молодняка I группы минерализация скелета наиболее интенсивная.

С кальцием тесно связан магний, который необходим для формирования костной ткани. Содержание магния во всех исследуемых костях у бычков I—IV групп до 12 мес увеличивалось, а затем — уменьшалось. Максимальное количество магния содержалось в грудном позвонке у бычков I группы в 15 мес — $314 \cdot 10^{-10}$ кмоль. В плюсне магния было меньше — $254 \cdot 10^{-10}$ кмоль. Существенных межпородных различий по этому показателю не установлено.

Содержание натрия в костной ткани подвержено значительным колебаниям.

В целом за весь период исследования его количество в костной ткани снизилось. В плюсневой кости бычков III группы оно уменьшилось с 991 до $728 \cdot 10^{-10}$ кмоль. Наиболее значительно этот показатель снижался до 12 мес ($587 \cdot 10^{-10}$ кмоль), затем увеличивался до $728 \cdot 10^{-10}$ кмоль. Уменьшение концентрации натрия в костной ткани можно объяснить снижением содержания влаги в костных кристаллах и в связи с этим затрудненным проникновением ионов натрия в них. Существенных межпородных различий по содержанию натрия не выявлено.

Калий — один из наиболее подвижных элементов в природе. Его количество в исследуемых костях с возрастом достоверно уменьшалось ($P < 0,001$). Этот процесс был наиболее интенсивный в пястной и плюсневой костях (табл. 5). Возрастное уменьшение содержания калия отчасти можно объяснить заменой хрящевой ткани, богатой клетками, а следовательно, и катионами калия, на костную. В позвонках калия содержалось больше, чем в трубчатых костях. Это объясняется лучшей минерализацией последних и меньшим количеством клеток, богатых катионами калия. Достоверных межпородных различий по содержанию калия в костной ткани не установлено.

Содержание микроэлементов в исследуемых костях с возрастом изменялось по-разному. Количество железа и цинка (табл. 6) уменьшалось, а меди и хрома практически не изменялось. Больше всего железа, меди, марганца, цинка и хрома содержалось в хвостовом позвонке, а кобальта — в пястной кости.

Межпородные различия по содержанию микроэлементов в исследуемых костях во все возрастные периоды не наблюдались.

1. Разрушающая нагрузка на сжатие и деформирующая нагрузка на изгиб увеличивались в дистальном направлении. Трубчатые кости тазовой конечности более прочные, чем трубчатые кости грудной. Чем ниже кость расположена в звене конечности, тем она прочнее.

2. Трубчатые кости бычков I и II групп выдерживали самую высокую разрушающую и деформирующую нагрузки, а помесей IV группы — самую низкую.

3. Содержание влаги в костной ткани с возрастом снижалось, а золы и органических веществ увеличивалось. Молодняк I группы превосходил бычков остальных групп по содержанию золы и органических веществ в костной ткани, а молодняк IV группы — по содержанию влаги.

4. Количество кальция, фосфора и магния в костной ткани с возрастом увеличивалось, а натрия и калия — уменьшалось. Существенных межпородных различий по содержанию макроэлементов в костной ткани не установлено.

5. В костной ткани концентрация железа, цинка и хрома с возрастом снижалась, а меди и кобальта — оставалась на одном и том же уровне. Очень резко колебалось содержание марганца. Межпородных различий по содержанию микроэлементов в костной ткани не выявлено.

6. Наиболее приспособленными к промышленной технологии при интенсивном выращивании и откорме в условиях Челябинской области можно считать симментальский и уральский черно-пестрый скот, так как для него характерны лучшая минерализация костей и большая их прочность.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзуманян Е. А. Основы интерьера крупного рогатого скота. — М.: Сельхозгиз, 1957. — 2. Ефанов Г. А., Калининченко П. Ф. Возрастные изменения костяка у крупного рогатого скота. — Тр. Донского СХИ. 1973, т. 8, вып. 2, с. 22—25. — 3. Левантин Д. Л. Теория и

практика повышения мясной продуктивности в скотоводстве. — М.: Колос, 1966. — 4. Овсянников Г. Ф. Мясные качества ярославского скота. — Докл. ТСХА, 1960, вып. 51, с. 81—89.

Статья принята 25 января 1985 г.

SUMMARY

The scientific and production experiment has been carried out on pedigree farm "Ros-sia" of the Cheliabinsk region to study the physico-mechanical properties and chemical composition of tubular bones of extremities of pure-bred bills (Simmenthal and Black-and-White) and cross-bred bulls (Black-and-White x Dutch and Black-and-White x Holstein-Friesian).

The bones of hind extremities have been stronger than those of chest extremities in all the animals. There have been no differences in content of macro-and micro-elements in bone tissue. Simmenthal and Black-and-White animals can be considered best adapted to industrial technologies as they are superior to the crosses as to mineralization strength of the bones.