

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНЫХ ЛЕЙКОЦИТАРНЫХ ИНДЕКСОВ В ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ СТРЕССИРУЮЩИХ ФАКТОРОВ НА ГОМЕОСТАЗ КОЗ

И.Ф. КАЛИМУЛЛИН, Е.Б. ШАРАФУТДИНОВА, А.П. ЖУКОВ

(Оренбургский государственный аграрный университет)

*Принцип количественно-качественного подхода, который отражает деятельность организма при выделении его специфических и неспецифических приспособительных реакций, включает в себя требование количественной оценки специфических изменений в организме. Для выполнения поставленной цели исследований использованы ресурсы интегральных лейкоцитарных индексов (ИЛИ) в оценке гомеостаза козлят при кастрации, отъеме от матерей и переводе с пастбищного содержания на стойловое. После проведения перкутанной кастрации данные индексов существенно разнятся через сутки, а в последующий месяц после операции они медленно возвращаются до уровня первоначальных значений. Операция по обеспложиванию козчиков кровавым способом выступает в роли необычного экстремального раздражителя, так как его повреждающее влияние на организм оказывается в течение более длительного времени. Изменения в крови козлят после отъема от матерей характеризовались увеличением лейкоцитов на  $36,84 \pm 2,71\%$ , изменением статуса нейтрофилов – их стало больше на  $6,85 \pm 0,39\%$ . Увеличилось число палочкоядерных и юных нейтрофилов, но уменьшилось в  $1,75 \pm 0,19$  раза представительство эозинофилов, что является одним из показателей наличия стрессирующего фактора средней силы. Перевод коз на стойловое содержание приводит к резкому уменьшению импульсации со стороны скелетной мускулатуры, что ослабляет активирующее воздействие ретикулярной формации мозга на кору больших полушарий. Организм коз испытывает действие экстремальных раздражителей, которые по степени своего воздействия превышают пределы повседневных влияний, реагирует специфически в соответствии с природой действующего агента. Наиболее выражена реакция на открытую кровавую кастрацию, менее – на перкутанную, и далее по убывающей: отъем козлят от матерей и перевод с пастбищного содержания.*

**Ключевые слова:** Интегральные лейкоцитарные индексы, козлята, гомеостаз, стресс-фактор, лимфоциты, эозинофилы, нейтрофилы.

### Введение

В промышленном козоводстве стрессирующими факторами становятся гиподинамия, корма и кормление, микроклимат в помещениях, транспортировка животных, роды, отъем молодняка от матерей, кастрация, вакцинация, лактация и выческа пуха [8]. Тезис о необходимости именно искусственного выделения отдельных важных моментов в жизни организма был выдвинут с целью прежде всего получения возможности изучения его изолированных реакций на некоторые изменения среды [1].

Принцип количественно-качественного подхода, отражающего приспособительную деятельность организма при выделении его специфических и неспецифических приспособительных реакций, привносит требование количественной оценки специфических изменений в организме [3, 14].

**Цель исследований:** использование ресурса интегральных лейкоцитарных индексов (ИЛИ) в оценке гомеостаза козлят при отъеме от матерей, кастрации и переводе с пастбищного содержания на стойловое.

### **Материал и методы исследований**

Базой для проведения исследований послужил СПК колхоз «Донской» Беляевского района, в условиях которого были проведены наблюдения за состоянием 12 козчиков месячного возраста, которые по принципу аналогов подразделены на 2 группы: представители первой из них кастрированы перкутанно; представители второй – открытым кровавым способом. Подопытные животные исследованы перед операцией, а затем через первые, 14-е и 3-е сутки. Влияние отъема козлят от матерей изучено на 6 козочках в возрасте 3,5 мес. по аналогичной схеме при кастрации. Влияние перевода животных с пастбищного содержания на стойловое изучено на 6 козочках 7-месячного возраста по схеме: до перевода; через первые, 7-е и 14-е сут. Кровь у животных забирали в утренние часы до кормления в вакуумные пробирки. В крови определяли СОЭ по Панченкову, лейкограмму и концентрацию лейкоцитов на гематологическом анализаторе Smart V5 Vet. По лейкограмме, полученным значениям СОЭ и наличию лейкоцитов рассчитывали по традиционным методикам ИЛИ, характеризующие неспецифическую реактивность организма (НРО), уровень интоксикации и индексы активности воспаления [5, 13].

### **Результаты и их обсуждение**

При ведении козоводства по традиционной технологии одно из первых стрессорных воздействий животные испытывают в месячном возрасте, когда кастрируют козчиков. Начиная с 70-х гг. прошлого столетия перкутанная кастрация козчиков применялась в ряде козоводческих хозяйств области с хорошим экономическим эффектом [15].

Установлено, что после проведенной перкутанной кастрации у козчиков отмечалось угнетение, они отказывались от корма, преследовали матерей, жалобно блеяли. Показатели температуры тела, пульса и дыхательных движений не выходили за пределы физиологической нормы. На 2-е сут. мошонка у них умеренно увеличивалась в объеме по причине нарастания признаков асептического воспаления. На 7-е сут. отечность, болезненность и местная температура исчезали, по истечении 2 недель морфологические показатели крови были на уровне значений интактных животных.

Индексы НРО козлят сразу после кастрации изменялись исходя из трансформации лейкоформулы, которая сопровождалась двукратным уменьшением эозинофилов, увеличением нейтрофильных гетерофилов (НГ) на  $10,03 \pm 0,68\%$ , уменьшением на  $9,11 \pm 0,41\%$  лимфоцитов. Через 2 нед. составляющие лейкоформулы были близкими к значениям до операции. Так, через 1 мес. сумма НГ в крови козлят соотносятся как  $40,76 \pm 2,12$  и  $40,24 \pm 2,19\%$ , поэтому данные индексов существенно разнятся через сутки, а в последующий месяц после операции они медленно нивелируются до уровня первоначальных значений (табл. 1).

Индексы интоксикации отреагировали на изменения в крови после перкутанной кастрации однонаправленно, так как знаменатель при расчете индексов имеет ощутимое преимущество по величине по причине высоких значений НГ, исходя из чего и бонитет индексов будет высоким. Через 2 нед. после кастрации индексы интоксикации имели тенденцию уменьшения рейтинга, а через 1 мес. все 6 индексов были близкими к уровню первоначальных значений (табл. 2).

Таблица 1

**Динамика индексов неспецифической реактивности козлят  
на фоне стрессирующих факторов**

Индексы	Кастрация								Отъем козлят				Перевод с пастбища			
	перкутанная				кровавая											
	через сутки								через сутки							
	до	1	14	30	до	1	14	30	до	1	14	30	до	1	7	14
иГ	1,78	1,43	2,15	1,71	1,84	0,59	3,27	1,72	1,88	1,44	2,03	2,18	1,78	0,74	2,15	1,81
ИС	0,55	0,69	0,46	0,58	0,54	1,74	0,31	0,59	0,53	0,69	0,49	0,52	0,56	1,37	0,46	0,53
иБ	5,93	2,79	3,88	5,74	5,88	2,37	3,71	5,79	5,33	2,94	4,02	5,32	5,41	2,65	5,28	5,31
иК	0,77	1,18	0,82	0,82	0,81	3,63	0,67	0,91	0,77	1,13	0,82	0,78	0,81	1,91	0,77	0,79
ЛИ	1,29	0,84	1,22	1,22	1,27	0,27	1,49	1,21	1,29	0,87	1,21	1,31	1,24	0,52	1,31	1,29
ИСНМ	2,28	1,81	1,28	2,22	2,16	5,23	1,27	2,11	2,01	3,09	1,06	1,16	1,76	2,91	1,41	1,83
ИСЛМ	2,96	1,51	1,56	1,12	2,61	1,41	1,89	2,61	2,59	3,01	1,27	1,53	2,68	1,52	1,95	2,56
ИАЛ	1,32	0,85	1,22	1,08	1,28	0,27	0,88	1,26	1,38	0,93	1,24	1,39	1,26	0,54	1,38	1,28
ИЯС	0,38	0,69	0,77	0,38	0,38	0,58	0,67	0,33	0,41	0,64	0,68	0,55	0,58	0,32	0,58	0,57

Таблица 2

**Динамика индексов интоксикации у козлят  
при различных технологических процессах**

Индексы	Кастрация								Отъем козлят				Перевод с пастбища			
	перкутанная				кровавая											
	через сутки								через сутки							
	до	1	14	30	до	1	14	30	до	1	14	30	до	1	7	14
ЛИИр	0,97	1,68	0,63	0,97	0,93	2,09	0,56	0,98	0,96	1,28	0,67	0,95	0,99	1,05	0,71	0,99
ЛИИк-к	0,24	0,58	0,22	0,29	0,28	2,83	0,16	0,31	0,25	2,37	0,15	0,23	0,29	1,13	0,25	0,28
РОН	2,72	19,38	5,86	2,72	3,02	25,92	3,04	2,98	2,73	9,53	2,86	2,69	3,23	22,22	3,62	3,19
ЯИИ	1,61	2,06	3,63	1,71	1,63	0,67	3,32	1,78	1,53	0,95	2,53	1,57	1,64	1,84	1,48	1,68
ИСЛК	0,83	1,18	0,87	0,87	0,85	2,19	0,81	0,93	0,88	1,12	0,94	0,84	0,91	1,46	0,92	0,91
УИ	0,89	1,27	1,56	0,93	0,95	1,89	1,62	0,98	0,87	0,98	1,38	1,02	0,92	1,48	0,92	0,89

Лейкоцитарный индекс воспаления (ЛИВ) увеличился через сутки с  $1,85 \pm 0,31$  до  $5,55 \pm 0,59$  усл. ед., что связано с повышающимся рейтингом лейкоцитов и юных форм НГ и ослаблением позиции лимфоцитов. Сумма нейтрофилов, умноженная на СОЭ (ИВНСОЭ) и деленная на коэффициент, через сутки показывает двукратное увеличение индекса, который не стабилизируется даже через месяц по причине высоких значений СОЭ (табл. 3). Через сутки величина СОЭ была максимальной, достигая  $1,33 \pm 0,11$  мм/ч, поэтому индексы в этот период будут иметь максимальные показатели при взаимодействии с палочкоядерными НГ (ИВНпСОЭ) и с лейкоцитами (ИВЛСОЭ).

Спустя месяц после кастрации в лейкоформуле заметно окрепла позиция моноцитов, эозинофилов и лимфоцитов, что, очевидно, связано с неудаленной тканью семенника, которая продолжает продуцировать андрогены, и они выступают в роли синергистов глюкокортикоидов, усиливающих иммуногенез и оказывающих стимулирующее действие на рост и развитие кастрата [7].

Операция по обеспложиванию козликов кровавым способом выступает в роли необычного экстремального раздражителя, так как его повреждающее влияние на организм оказывается в течение более длительного времени. В таких случаях процессы адаптации и компенсации становятся недостаточно действенными. Более того, возникшие при этом сдвиги параметров гомеостаза выступают в роли мощных стимулов стресса, то есть патогенетическим фактором. При этом в стадии тревоги в пуле лейкоцитов происходят преобразования, направленные на увеличение лейкоцитов до  $13,38 \pm 0,43$  Г/л, при фоновом значении –  $9,11 \pm 0,33$  Г/л; двукратно прогрессирует СОЭ, прирастает пул НГ до  $68,37 \pm 2,83\%$ , при значениях до операции –  $40,47 \pm 0,93\%$ ; эозинофилов меньше стало в  $3,24 \pm 0,22$ , а лимфоцитов – в  $1,75 \pm 0,43$  раза. Через 2 нед. в лейкоформуле прежние позиции до операционного процесса обрели базофилы, эозинофилы, лимфоциты и моноциты, стало меньше НГ в  $1,93 \pm 0,24$  раза. Столь выраженная экспрессия НГ связана с их исключительной ролью в поддержании гомеостаза организма.

В настоящее время убедительно доказано, что НГ является зеркалом гомеостаза. В борьбе с патогенами НГ не только проявляют внутриклеточную активность, но и уничтожают их при помощи формирования нейтрофильных экстрацеллюлярных сетей, выброса экстрацеллюлярных везикул. Установлена способность НГ возвращаться в кровоток после выхода во внесудистое пространство. Нейтрофильные гранулоциты способны к синтезу белков *de novo*, то есть обладают белок-синтетической функцией, секретируют большое количество гранулярных ферментных и неферментных белков, обладающих антибактериальными и регуляторными свойствами, цитокинов, хемокинов, регуляторных молекул, ростовых факторов и др. На поверхностной мембране НГ экспрессированы сотни различных молекул-рецепторов, обеспечивающих их связь с микроокружением и другими клетками иммунной системы [12].

В первые сутки после кастрации, на фоне динамичных изменений в лейкограмме, модифицировались индексы НРО, особенно те из них, где использовались нейтрофилы, эозинофилы и лимфоциты. Так, индекс Гаркави (иГ) уменьшился в  $3,15 \pm 0,28$  раза по причине падения рейтинга лимфоцитов, индекс стресса (ИС) редуцирован в  $3,12 \pm 0,19$  раза ввиду высокого бонитета сегментоядерных нейтрофилов, индекс Бредекка (иБ) убывает в  $2,55 \pm 0,17$  раза, при этом индекс Кребса (иК) возрастает в  $4,56 \pm 0,51$  раза. При соотношении лимфоцитов и суммы НГ значения лимфоцитарного индекса (ЛИ) уменьшились в  $5,61 \pm 0,58$  раза, а индекс аллергизации (ИАЛ) стал меньше в  $4,84 \pm 0,39$  раза. Через 2 нед. после операции индексы НРО имели тенденцию нормализации их бонитета с тенденцией возврата к первоначальным показателям (табл. 1).

Все индексы интоксикации представлены таким образом, что в знаменателе они представлены комбинациями нейтрофилов, поэтому через сутки они откликнулись на изменения в лейкоформуле высоким рейтингом. Самые высокие показатели отмечены у лейкоцитарного индекса интоксикации Кальф-Калифа (ЛИИ к-к) – 10-кратное увеличение, величина индекса реактивного ответа нейтрофилов (РОН) стала большей в 9 раз, все остальные индексы удвоились (табл. 2).

Лейкоцитарный индекс воспаления (ЛИВ) в первые сутки после операции увеличился с  $1,84 \pm 0,23$  до  $2,55 \pm 0,31$  усл. ед., через 2 нед. он убывает до  $2,19 \pm 0,28$ , а через месяц его величина уже является близкой к изначальной. Лимфоцитарно-гранулоцитарный индекс (ЛГИ) показывает ранговое отношение лимфоцитов к сумме всех гранулоцитов, преимущество которых является более чем двукратным. Взаимоотношение СОЭ и форменных элементов лейкоформулы однонаправленно увеличивается в первые сутки почти в 2 раза, через 2 нед. они усиливают свои позиции, и к месячному возрасту их формат близок к результатам, полученным до операции (табл. 3).

В пуховом козоводстве неотъемлемой частью производственной технологии является отъем козлят от матерей. В первые 2 дня отнятые от матерей козлята отличались от тех, которые находились с матерями. Это отличие заключалось в том, что первые из них беспорядочно двигались, жалобно кричали, у некоторых из них отмечали афонию, они плохо паслись и не поедали предложенные концентраты. Животные часто принимали позу для мочеиспускания и дефекации. Многие из козлят часто пили воду. К концу третьих суток описанные явления несколько стихали, а в поведении животных появлялись признаки восстановления условно-рефлекторной деятельности – адекватная реакция на пищевые и иные раздражители.

Таблица 3

**Динамика индексов активности воспаления у козлят  
на фоне различных технологических процессов**

Индексы	Кастрация								Отъем козлят				Перевод с пастбища			
	перкутанная				кровавая											
	через сутки								через сутки							
	до	1	14	30	до	1	14	30	до	1	14	30	до	1	7	14
ЛИВ	1,85	5,55	3,79	1,91	1,84	2,55	2,19	1,89	1,91	4,77	3,78	1,99	1,89	3,63	2,39	1,82
ЛГИ	1,15	0,79	1,07	1,07	1,11	0,43	1,18	0,93	1,08	0,86	0,98	1,11	1,09	0,49	1,22	1,14
ИСАСОЭ	7,78	4,12	4,37	6,93	7,92	2,35	4,71	7,55	7,86	4,64	4,64	7,96	8,01	3,75	6,55	8,21
ИВНСОЭ	2,48	5,66	5,02	3,09	2,71	5,06	3,01	2,99	2,62	4,35	4,35	2,65	2,59	5,81	3,38	2,52
ИВНпСОЭ	0,64	1,71	1,06	0,65	0,71	1,64	1,68	0,75	0,62	1,48	1,31	0,72	0,68	1,14	0,87	0,62
ИВЛСОЭ	0,65	2,14	1,91	0,93	0,63	1,65	0,93	0,61	0,66	1,76	1,87	0,69	0,72	1,39	1,19	0,79
ОИАВ	3,95	9,51	8,94	4,67	4,01	8,35	5,62	3,62	3,75	7,54	6,54	3,98	3,93	8,34	5,44	3,89

Изменения в крови козлят после отъема от матерей характеризовались увеличением лейкоцитов на  $36,84 \pm 2,71\%$ , изменением статуса нейтрофилов – их стало больше на  $6,85 \pm 0,39\%$ . Увеличилось число палочкоядерных и юных нейтрофилов, но уменьшилось в  $1,75 \pm 0,19$  раза представительство эозинофилов, что является одним из показателей наличия стрессирующего фактора средней силы. Биологический смысл реакций активации заключается в адекватном повышении активности защитных систем в ответ на раздражитель средней силы, что соответствует оптимальному уровню защитного ответа организма. При спокойной активации происходит самая быстрая и адекватная перестройка защитных сил в ответ на повреждающее воздействие [9].

Из всех индексов НРО наиболее выражено отреагировали иБ, уменьшившись почти в 2 раза в силу увеличения числа палочкоядерных нейтрофилов и уменьшения процента лимфоцитов. Увеличились рейтинги иК, индекса соотношения нейтрофилов и моноцитов (ИСНМ), индекса соотношения лимфоцитов и моноцитов (ИСЛМ), индекса стресса (ИС) ввиду перераспределения двух наиболее представительных пулов – лимфоцитов и нейтрофилов. По той же причине уменьшились уровни иГ, иК, ЛИ, ИАЛ и индекса ядерного сдвига (ИЯС).

Из 6 индексов интоксикации через сутки 5 индексов отреагировали увеличением, так как все значения знаменателя представлены нейтрофильными гетерофилами. Так, показатель ЛИИ к-к увеличился в 10 раз, показатель РОН – в 3 раза. Другие показатели увеличивались незначительно и уже через 2 нед. были близкими к первоначальным показателям, а через месяц все индексы имели изначальный бо- нитет (табл. 2).

Индексы активности воспаления также активно отреагировали на изменения в лейкограмме при отъеме козлят. Так, ЛИВ, ИВНпСОЭ и общий индекс активности воспаления (ОИАВ) увеличились более чем в 2 раза, а через 2 нед. после отъема уровни индексов нивелируются, но с учетом возраста животных, так как онтогенез белой крови является наиболее динамичным в первые месяцы жизни (табл. 3).

Формирование животного (козы) как вида происходило по пути высокой двигательной активности. Вполне естественно, что эта потребность к движению закрепи- лась генетически, и когда ограничивают в движении, особенно в переходный пери- од от пастбищного содержания к стойловому, возрастает заболеваемость животных. В первые сутки после перевода животных на территорию фермы в дневное время они много двигались вдоль забора выгульного двора, жалобно блеяли. После раздачи сена они с жадностью набрасывались на него, забирались в кормушки и вскоре отхо- дили от них, продолжали блеять, часто пили воду. На вторые сутки при нахождении животных на выгульном дворе количество бесцельно двигающихся особей сократи- лось, но кормление происходило с теми же издержками, что и в первые сутки. Начи- ная с третьих суток этологические реакции козочек стали входить в прежнее русло, а это означало, что перевод животных с пастбищного содержания на стойловое вы- ступил в роли стресс-фактора [6, 11, 16].

Существенные изменения отмечены в лейкоцитарном пуле крови. Так, су- точное содержание козочек в условиях фермы ознаменовалось увеличением числа лейкоцитов в  $1,46 \pm 0,17$  раза, в 2 раза – эозинофилов, на  $14,13 \pm 0,39\%$  стало больше нейтрофилов, но меньше в крови обнаружено моноцитов и базофилов.

Существует ряд последовательно возникающих неспецифических адаптаци- онных реакций организма, сопровождающихся, в том числе, определенными взаи- моотношениями лимфоцитов и сегментоядерных нейтрофилов, для оценки качества которых был предложен индекс Гаркави, или индекс адаптации. Взаимоотношение двух наиболее представительных пулов лейкоцитов, отличающихся стабильностью

показателей, отражает взаимосвязь гуморального и клеточного звеньев иммунитета, оценку стрессового состояния и адаптационных реакций [3, 12].

До периода перевода на стойловое содержание в крови козочек выявили  $4,66 \pm 0,39$  Г/л лимфоцитов и  $2,45 \pm 0,22$  Г/л сегментоядерных нейтрофилов, что соответствует референсным значениям, установленным В.М. Мешковым и др., 2008 [10]. При этом соотношении иГ был равным  $1,78 \pm 0,21$  усл. ед., а после ограничения в движении на следующие сутки в крови козочек выявили всего  $29,24 \pm 0,38\%$  лимфоцитов и  $67,38 \pm 0,72\%$  всех НГ, и бонитет индекса опустился до  $0,74 \pm 0,09$  усл. ед., то есть стал меньшим в 2,5 раза.

Следует признать, что НГ – весьма лабильная клеточная популяция, оснащенная богатым репертуаром рецепторов, которые позволяют дифференцированно реагировать на меньшие изменения гомеостаза организма и функционируют как биологические сенсоры, опосредуя взаимосвязь НГ с экстрацеллюлярным окружением [4]. С нормализацией этиологических показателей у козочек спустя 1 нед. после перевода их на стойловое содержание изменяется соотношение между лимфоцитами и НГ, так как наступает гегемония лимфоцитов. При этом индекс увеличивается до  $2,15 \pm 0,19$  усл. ед., но через 14 сут. наступает гармония в лейкограмме, которая принимает привычную форму, и на этом фоне индекс был близким к первоначальным значениям (табл. 1).

Индекс стресса (ИС) отражает взаимоотношение клеточного и гуморального звеньев иммунной системы. В силу этого его уровень через сутки увеличивается до  $1,37 \pm 0,15$  усл. ед., то есть почти в 2,5 раза по причине выраженной нейтрофилии, а через 2 нед. его показатели были на уровне первоначальных значений. Все последующие индексы: Бредекка, Кребса, ЛИ и ИСНМ – демонстрировали взаимоотношение отдельных представителей НГ и лимфоцитов. Суммы НГ к лимфоцитам и моноцитам имели однотипный характер, то есть в зависимости от положения лимфоцитов и нейтрофилов в формулах их экспонент резко изменялся через сутки после начала стойлового периода и нивелировался к 2 нед.

Индекс ядерного сдвига (ИЯС) служит достоверной информацией о состоянии миелопоэза – в частности, нейтропоэза. Установлено, что показатель индекса через сутки уменьшился в  $1,85 \pm 0,11$  раза. Это свидетельствует о нейтрофилии со сдвигом ядра вправо, в последующие сутки уровень индекса принимает первоначальные значения (табл. 1).

Следует признать, что перевод животных на стойловое содержание – это ограничение его активного образа жизни, что приводит к резкому уменьшению импульсации со стороны скелетной мускулатуры, а что ослабляет активирующее воздействие ретикулярной формации мозга на кору больших полушарий. Следствием этого становится изменение функции гипоталамо-гипофизарной системы, отчего уменьшается синтез жизненно важных гормонов и ухудшается адаптация [13].

ЛИИ к-к через сутки после перевода животных на ферму увеличился с  $0,29 \pm 0,03$  до  $1,13 \pm 0,09$  усл. ед., а РОН превосходил исходные данные в 6,5 раза, что объясняется высокими значениями знаменателей в формулах ввиду стимулирования и так высоких значений НГ коэффициентами расчетной формулы Кальф-Калифа. Через 1 нед. индексы умеренно уменьшались, а к 2 нед. после перевода приблизились к первоначальным показателям. Другие индексы изменялись в первые сутки незначительно и к 2 нед. имели рейтинг, равный изначальным показателям (табл. 2).

Индексы активности воспаления в большинстве случаев активно отреагировали через сутки на изменение условий содержания козочек прежде всего увеличением их бонитета более чем в 2 раза: индексы взаимоотношения СОЭ и лейкоцитов (ИВЛ-СОЭ), палочкоядерных нейтрофилов (ИВНпСОЭ), нейтрофилов (ИВНСОЭ). Лимфоцитарно-гранулоцитарный (ЛГИ) и лейкоцитарный индекс воспаления (ЛИВ)

из-за нейтрофилии и сдвига ядра вправо и двукратному уменьшению по причине лимфоцитопении и эозинопении. Через 7 и 14 сут. рейтинг индексов нивелировался ввиду стабилизации показателей лейкоформулы (табл. 3).

### Выводы

Таким образом, организм коз испытывает действие экстремальных раздражителей, то есть таких, которые по степени своего воздействия превышают пределы повседневных влияний, и он реагирует специфически в соответствии с природой действующего агента. Наиболее выражена реакция на открытую кровавую кастрацию, менее – на перкутанную, и далее по убывающей: отъем козлят от матерей и перевод с пастбищного содержания. ИЛИ с разной степенью активности реагируют на изменение гомеостаза животных. Наиболее выражена реакция тех индексов, для расчета которых используются нейтрофильные гетерофилы. Из 22 индексов самую высокую чувствительность проявил лейкоцитарный индекс интоксикации по Я.Я. Кальф-Калифу. Он является первым индексом в гематологии, отражающим количественный рост нейтрофилов по отношению к другим клеткам лейкоцитарной формулы.

### Библиографический список

1. *Анохин П.К.* Философские аспекты теории функциональной системы: Избранные труды. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
2. *Баймишев Х.Б., Шевченко Б.П., Сеитов М.С.* Возрастная биология козы: Монография. – Самара: РИЦ СГСХА, 2008. – 246 с.
3. *Гаркави Л.Х.* Активационная терапия: Монография. – Ростов-на-Дону: Издательство Ростовского университета, 2006. – 256 с.
4. *Долгушин И.И., Андреева Ю.С., Савочкина А.Ю.* Нейтрофильные внеклеточные ловушки и методы оценки функционального статуса нейтрофилов: М. – М.: Издательство РАМН, 2009. – 208 с.
5. *Жуков А.П., Шарафутдинова Е.Б., Датский А.П.* Информативность лейкоцитарных индексов в лабораторном скрининге легочной патологии у телят // Известия ОГАУ. – 2016. – № 3 (59). – С. 101–104.
6. *Исламов Ф.А., Исламова С.Г.* Содержание коз: М. – Уфа: Гилем, 2007. – 184 с.
7. *Кашин А.С.* Кастрация животных // Ветеринария. – 2000. – № 5. – С. 44–45.
8. *Мешков В.М.* Неспецифические механизмы защиты организма коз оренбургской пуховой породы в обычных и экстремальных условиях: Автореф. дис. ... д-ра ветеринар. наук. – Ленинград, 1990. – 37 с.
9. *Мешков В.М., Самотаев А.А., Бикчентаев Э.М.* Рекомендации по оптимизации профилактической, лечебной и диагностической работы в козоводстве. – Оренбург, 1990. – 39 с.
10. *Мешков В.М., Сычева М.В.* Сезонные изменения гуморальных и клеточных факторов неспецифической защиты организма коз // Известия ОГАУ. – 2008. – № 4. – С. 109–111.
11. *Новопашина С.И., Санников М.Ю.* Выращивание молодняка коз в условиях промышленной технологии // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2010. – № 4. – С. 54–58.
12. *Нестерова И.В., Колесникова Н.В., Чудилова Г.А., Ломтатидзе Л.В., Ковалева С.В., Евгелевский А.А., Нгуен Т.З.Л.* Новый взгляд на нейтрофильные гранулоциты: переосмысление старых догм. Ч. 1 // Инфекция и иммунитет. – 2017. – Т. 7. – С. 219–230.
13. *Шарафутдинова Е.Б., Сорокин Н.В., Жуков А.П., Клёсова-Засорина А.О.* Оценка уровней реактивности, интоксикации и активности воспаления у собак

при бронхопневмонии с использованием лейкоцитарных индексов // Известия ОГАУ. – 2022. – № 6 (98). – С. 204–212.

14. Павлов С.Е. Адаптация: М. – М.: «Паруса», 2000. – 282 с.

15. Пушкарев Н.Н., Абузярова А.Г. Мясная продуктивность молодняка коз оренбургской породы в зависимости от возраста кастрации // Вестник мясного скотоводства. – 2017. – № 1 (97). – С. 62–67.

16. Ревякин Е.А., Мехрадзе Л.Т., Новопашина С.И. Рекомендации по развитию козоводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 120 с.

## USE OF INTEGRAL LEUKOCYTE INDICES IN ASSESSING THE EFFECT OF STRESS FACTORS ON GOAT HOMEOSTASIS

I.F. KALIMULLIN, E.B. SHARAFUTDINOVA, A.P. ZHUKOV

(Orenburg State Agrarian University)

*The principle of a quantitative-qualitative approach, which reflects the activity of the organism while distinguishing its specific and non-specific adaptive responses, includes the requirement for quantitative assessment of specific changes in the body. To achieve the research objective, the resources of integral leukocyte indices (ILI) were used to assess the homeostasis of goats during castration, weaning from dams and transfer from pasture to stabling. After percutaneous castration, the index data vary significantly in a day, and in the month following the operation they slowly return to the level of the initial values. The surgical method of castration of goats acts as an unusual extreme stimulus, as it has a damaging effect on the body for a longer period of time. Changes in the blood of kids after weaning from dams were characterised by an increase in leukocytes by  $36.84 \pm 2.71\%$ , a change in the status of neutrophils, as they increased by  $6.85 \pm 0.39\%$ . The number of band immature neutrophils increased, but the presence of eosinophils decreased by  $1.75 \pm 0.19$  times, which is one of the indicators of the presence of a moderate stress factor. The transfer of goats to stabling leads to a sharp decrease in impulses from the skeletal muscles, which weakens the activating effect of the reticular formation of the brain on the cerebral cortex. The goat's body is exposed to extreme stimuli, beyond the limits of everyday influences, and reacts specifically according to the nature of the active agent. The most pronounced reaction is to open surgical castration, less so to percutaneous castration and then, in descending order: weaning of goats from dams and transfer from pasturing.*

**Key words:** *integral leukocyte indices, goats, homeostasis, stress factor, lymphocytes, eosinophils, neutrophils.*

### References

1. Anokhin P.K. Philosophical Aspects of the Theory of Functional System: Selected Works. M.: Nauka, 1978: 399. (In Rus.)

2. Baymishiev Kh.B., Shevchenko B.P., Seitov M.S. Age Biology of the Goat: Monograph. Samara: RITs SGSKhA, 2008: 246. (In Rus.)

3. Garkavi L.Kh. Activation Therapy: Monograph. Rostov na Donu: Izdatel'stvo Rostovskogo universiteta, 2006: 256. (In Rus.)

4. Dolgushin I.I., Andreeva Yu.S., Savochkina A.Yu. Neutrophil Extracellular Traps and Methods for Assessing the Functional Status of Neutrophils. M.: Izdatel'stvo RAMN, 2009: 208. (In Rus.)

5. Zhukov A.P., Sharafutdinova E.B., Datskiy A.P. Informativity of Leucocytic Indices in Laboratory Screening of Pulmonary Pathology in Calves. Izvestiya OGAU. 2016; 3 (59): 101–104. (In Rus.)

6. *Islamov F.A., Islamova S.G.* Goat Keeping. Ufa: Gilem, 2007: 184. (In Rus.)
7. *Kashin A.S.* Castration of Animals. Veterinariya. 2000; 5: 44–45. (In Rus.)
8. *Meshkov V.M.* Nonspecific Mechanisms of Defence of the Organism of Goats of the Orenburg Down Breed under Ordinary and Extreme Conditions. DSc (Vet) thesis. Leningrad, 1990: 37. (In Rus.)
9. *Meshkov V.M., Samotaev A.A., Bikchentaev E.M.* Recommendations on Optimisation of Preventive, Therapeutic and Diagnostic Work in Goat Farming. Orenburg, 1990: 39. (In Rus.)
10. *Meshkov V.M., Sycheva M.V.* Seasonal Changes in Humoral and Cellular Factors of Non-Specific Defence of Goat Organism. Izvestiya OGAU. 2008; 4: S. 109–111. (In Rus.)
11. *Novopashina S.I., Sannikov M.Yu.* Raising Young Goats under Conditions of Industrial Technology. Ovtsy, kozy, sherstyanoie delo. 2010; 4: 54–58. (In Rus.)
12. *Nesterova I.V., Kolesnikova N.V., Chudilova G.A., Lomtatidze L.V., Kovaleva S.V., Evgelevskiy A.A., Nguen T.Z.L.* New Look at Neutrophil Granulocytes: Rethinking Old Dogmas. Part 1. Infektsiya i immunitet. 2017; 7: 219–230. (In Rus.)
13. *Sharafutdinova E.B., Sorokin N.V., Zhukov A.P., Klesova-Zasorina A.O.* Assessment of Levels of Reactivity, Intoxication and Inflammatory Activity in Dogs with Bronchopneumonia Using Leucocyte Indices. Izvestiya OGAU. 2022; 6 (98): 204–212. (In Rus.)
14. *Pavlov S.E.* Adaptations. M.: “Parusa”, 2000: 282. (In Rus.)
15. *Pushkarev N.N., Abuzyarova A.G.* Meat Productivity of Young Goats of the Orenburg Breed Depending on the Age of Castration. Vestnik myasnogo skotovodstva. 2017; 1 (97): 62–67. (In Rus.)
16. *Revyakin E.A., Mekhradze L.T., Novopashina, S.I.* Recommendations on Goat Breeding Development. M.: FGNU “Rosinformagrotekh”, 2010: 120. (In Rus.)

**Калимуллин Ильдар Флюорович**, канд. ветеринар. наук, доцент кафедры незаразных болезней животных ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; 460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18; тел.: (3532) 68–97–08; e-mail: kalimullin.84@mail.ru

**Шарафутдинова Евгения Борисовна**, канд. биол. наук, доцент кафедры незаразных болезней животных ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; 460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18; тел.: (3532) 68–97–08; e-mail: evgesha-xp@mail.ru

**Жуков Алексей Петрович**, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры незаразных болезней животных ФГБОУ ВО Оренбургский ГАУ; 460014, Российская Федерация, г. Оренбург, ул. Челюскинцев, 18; тел.: (3532) 68–97–08; e-mail: vet\_fac@mail.ru

**Ildar F. Kalimullin**, CSc (Vet), Associate Professor of the Department of Noncommunicable Animal Diseases, Orenburg State Agrarian University (18, Chelyuskintsev Str., Orenburg, 460014, Russian Federation; phone: (3532) 68–97–08; E-mail: kalimullin.84@mail.ru)

**Evgenia B. Sharafutdinova**, DSc (Bio), Associate Professor of the Department of Noncommunicable Animal Diseases, Orenburg State Agrarian University (18, Chelyuskintsev Str., Orenburg, 460014, Russian Federation; phone: (3532) 68–97–08; E-mail: evgesha-xp@mail.ru)

**Aleksey P. Zhukov**, Dsc (Vet), Professor of the Department of Noncommunicable Animal Diseases, Orenburg State Agrarian University (18, Chelyuskintsev Str., Orenburg, 460014, Russian Federation; phone: (3532) 68–97–08; E-mail: vet\_fac@mail.ru)