

15. Чеботарев Н. Т. Влияние осадков сточных вод на свойства дерново-подзолистой почвы и ее продуктивность // Проблемы антропогенного почвообразования: Тезисы докладов Междунар.

конф. 16-21 июня 1997 г. М.: Почвенный институт им. В. В. Докучаева, 1997. Т. 3. С. 190-193.

16. Щербаков А. П., Васенев И. И. Агрэкологическое состояние почв ЦЧО. Курск, 1996. 326 с.

УДК 591.111:636.5

РЕАКЦИЯ СИСТЕМЫ ЭРИТРОНА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПТИЦЫ НА ВВЕДЕНИЕ В РАЦИОН ГИДРОАЛЮМОСИЛИКАТНОГО СОРБЕНТА

Е. А. Липунова, А. А. Беляева

Одна из важнейших особенностей живого организма – его способность поддерживать относительное постоянство физиологических и биохимических констант при широком диапазоне изменений условий окружающей среды. К методам, позволяющим объективно оценить физиологическое состояние и степень напряжения обменных процессов, относится исследование крови (1). Система крови, сформировавшаяся в эволюции как механизм объединения функциональных систем, принимает непосредственное участие в специфических и неспецифических реакциях организма, влияя на его резистентность и реактивность. Кровь, реагируя изменением своего состава и свойств на различные воздействия, которым в процессе жизни подвергается организм, служит надежным критерием его состояния (2). Способность организма к поддержанию гомеостаза является важной характеристикой его возможностей реализации адаптивного потенциала в ответ на угрозу нарушения устойчивости внутренней среды под влиянием повреждающих факторов (2).

Основная масса клеток крови представлена эритроцитами – высоко специализированными клетками, составляющими периферическое звено системы эритрона. Эритроциты, наиболее тонкий продукт биологической конструкции, хорошо приспособлены для выполнения специфических функций: осуществляют транспорт

респираторных газов, активно участвуют в регуляции кислотно-щелочного состояния организма, абсорбции токсинов и антител, в ферментативных процессах и иммунологическом ответе. Поэтому изменения морфологических и функциональных свойств эритроцитов периферической крови тесно связаны с ответной реакцией организма на различные воздействия внешней среды, с его способностью адаптироваться.

Существует мнение оценивать эритрон с позиции теории автономного управления, в которой состав циркулирующей крови рассматривается как объект регулирования, органы кроветворения и кроверазрушения – как исполнительный механизм и управляющая их активностью нервная система – как аппарат регулирования (3). Поскольку динамические свойства эритроцитарного звена отражают поведение системы эритрона в целом, то многие ее особенности могут быть выявлены посредством изучения динамики эритроцитарной популяции и ее свойств после каких-либо воздействий (3).

В последние годы с ростом техногенного загрязнения агроценозов тяжелыми металлами, радионуклидами, пестицидами особую актуальность приобретают разработка и внедрение в животноводческую отрасль технологий, ограничивающих переход экотоксикантов в организм сельскохозяйственных животных и получаемую от них продукцию. В этом плане широко ис-

пользуются энтеросорбенты. Один из них – недавно разработанный гидроалюмосиликатный сорбент ЛПКД (лечебно-профилактическая кормовая добавка), полученный на основе природного сырья (4).

Целью настоящего исследования было изучение морфологических и функциональных свойств эритроцитов сельскохозяйственной птицы при введении в ее рацион сорбента ЛПКД.

Материал и методы исследования.

Влияние гидроалюмосиликатного сорбента ЛПКД на систему эритрона изучали на утятах, цыплятах-бройлерах и курах-несушках. Было проведено три варианта опытов (табл. 1). Первый, физиологический, опыт – на утятах кросса «Медео», которых выращивали до 60-суточного возраста в условиях вивария кафедры анатомии и физиологии человека и животных БелГУ.

Второй, научно-производственный, опыт проведен на цыплятах-бройлерах кросса «Иза», которых выращивали до 49-суточного возраста в условиях птицевосхоза «Яснозоринский» Белгородского района Белгородской области. Третий, физиологический, опыт был проведен в условиях вивария на курах-несушках кросса «Иза Браун» в возрасте 210 суток.

Пробы крови получали путем полного обескровливания утят в возрасте 30 и 60 суток от 5 голов из каждой группы, цыплят-бройлеров – в 49 суток от 12 голов, кур-несушек – в 290 суток от 6 голов. В качестве антикоагулянта использовали раствор гепарина из расчета 50 ЕД на 1 мл крови.

Определяли количество эритроцитов методом подсчета в камере Горяева, уровень гемоглобина – гемиглобинцианидным методом, гематокрит – с помощью микроцентрифуги МГЦ-8, функциональные свойства эритроцитов – математическим методом по результатам эритроцитометрии и гематологическим параметрам (содержанию эритроцитов и гемоглобина в крови, гематокриту), осмотическую резистентность эритроцитов – по Лимбеку и Рибьеру в модификации Идельсона.

Результаты исследований и их обсуждение. Введение в корм гидроалюмосиликатного сорбента способствовало некоторым изменениям в картине крови птиц, не нарушая гомеостатических механизмов.

Содержание эритроцитов в крови 30-суточных подопытных утят имело тенденцию к увеличению, у 60-суточных (табл. 2) – повышалось, достоверно во второй груп-

1. Схема исследований

Группы	Состав рациона	Дозы препарата, мг/кг массы тела в сутки	Количество птицы, гол.
<i>Опыт на утятах</i>			
I (контрольная)	ОР	-	20
II (опытная)	ОР+ЛПКД	100	20
III (опытная)	ОР+ЛПКД	150	20
IV (опытная)	ОР+ЛПКД	200	20
<i>Научно-производственный опыт на цыплятах-бройлерах</i>			
1-я серия			
I (контрольная)	ОР	-	33500
II (опытная)	ОР+ЛПКД	100	33500
III (опытная)	ОР+ЛПКД	100 / периодически	33500
2-я серия			
I (контрольная)	ОР	-	32000
II (опытная)	ОР+ЛПКД	100	32000
<i>Опыт на курах-несушках</i>			
I (контрольная)	ОР	-	9
II (опытная)	ОР+ЛПКД	250	9
III (опытная)	ОР+ЛПКД	1000	9

ОР – основной рацион.

2. Морфо-функциональные свойства эритроцитов 60-суточных утят

Показатели, ед. изм.	Группа и доза ЛПКД, мг/кг			
	I (контроль)	II (100)	III (150)	IV (200)
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,51±0,08	2,81±0,08*	2,65±0,08	2,51±0,08
Гемоглобин, г/л	133,30±1,70	142,70±2,10*	153,30 ±2,40**	144,00±3,30*
Гематокрит, %	44,70 ±1,70	46,70 ±1,80	45,70 ±2,50	42,00 ±2,01
Диаметр клетки, мкм:				
длинный	12,00±0,08	12,50±0,12**	11,90±0,16	12,20±0,17
короткий	8,50±0,09	8,10±0,09*	8,00±0,07**	8,20±0,09*
Толщина клетки, мкм	2,30±0,11	2,08±0,05	2,72±0,09*	2,55±0,08
Показатель сферичности	0,230±0,007	0,200±0,007*	0,270 ±0,007**	0,250±0,006
Объем клетки, мкм ³	178,20±3,62	166,20±2,41*	170,20±4,45	168,20±5,66
Поверхность клетки, мкм ²	237,72±4,30	226,83±1,58*	211,72±1,18**	213,89±2,71**
Общая поверхность клеток, м ²	534,63±7,79	638,52±9,97**	560,93±11,01*	534,78±17,12
ИКГ, %	34,69±0,99	35,10±0,45	38,21±0,79*	41,11±0,72**

Здесь и далее: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$.

пе (на 12,0 %, $p < 0,05$). Уровень гемоглобина в крови утят всех групп с возрастом повышался. У 30-суточных он оказался наиболее высоким в III группе (на 16,8 % выше, чем в контроле, $p < 0,01$), а у 60-суточных подопытных птиц превышал его значения в контроле на 7,1; 15,0 ($p < 0,01$) и 8,0 % ($p < 0,05$) во II, III и IV группах соответственно.

Увеличение содержания эритроцитов и гемоглобина в крови подопытных утят свидетельствует об активизации эритропоэза, возможно, под влиянием диоксида кремния, составляющего более 50% состава изучаемой добавки. В литературе имеются сведения о стимулирующем влиянии кремния на систему эритрона (5).

Известно, что усиление образования клеток красной крови связано не только с повышением общих катаболических процессов в организме, но и с эритродиерезом. При повреждении клеток экзогенными или эндогенными факторами в физиологических или стрессовых условиях образуются продукты их распада, часть которых эритропоэтически активна. Микровезикулы эритроцитов захватываются макрофагами печени, селезенки, почек с передачей стимулирующей информации в строму костно-

го мозга. В качестве посредников передачи активирующих сигналов в межклеточных взаимодействиях эритроидного ростка костного мозга, по данным некоторых авторов, могут выступать нейтральные гликозаминогликаны, реализующие свое действие через систему циклических нуклеотидов и обмен кальция (6). Часть гемопоэтических факторов синтезируется клетками стромы (фибробластами или другими элементами соединительной ткани) самого костного мозга. Эти факторы могут реализовывать свое действие, связываясь с внеклеточным матриксом (гликозаминогликанами) в специфических участках костного мозга. Вероятно, влияние кремния на эритропоэз может быть связано с физиологической ролью этого элемента, в частности, с синтезом гликозаминогликанов.

Количественные колебания уровня эритроцитов в периферической крови всегда сопровождаются качественными различиями (7). В наших исследованиях эритроциты крови утят контрольной и подопытных групп оказались функционально неравнозначными. У 30-суточных птиц под влиянием ЛПКД увеличивались длинные диаметры клетки и ядра; повышался объем единичного эритроцита – на 7,7 ($p > 0,05$),

10,2 и 9,2% ($p < 0,05$) соответственно во II, III и IV группах.

С возрастом утят геометрические размеры клеток уменьшались, наиболее значительно в группах птиц, которым скармливали сорбирующую добавку. Объем единичного эритроцита утят экспериментальных групп был меньше аналогичного показателя в контроле на 6,7 ($p < 0,05$), 4,5 и 5,6% ($p > 0,05$). Известно, что мелкие эритроциты отличаются большей скоростью поглощения кислорода гемоглобином в легких (8). Следовательно, эритроциты утят, получавших ЛПКД, приобретали преимущества в выполнении своих функций.

Введение сорбента в рацион способствовало увеличению общей дыхательной поверхности эритроцитов – к 30-суточному возрасту птиц на 11,5 ($p < 0,05$) и 5,8% ($p > 0,05$) соответственно в III и IV группах; к концу периода выращивания утят на 7,4 ($p < 0,01$) и 5,0% ($p < 0,05$) во II и III группах.

Высокий уровень оксигенации крови может достигаться за счет большого количества эритроцитов и повышения содержания в них гемоглобина или же за счет увеличения среднего объема единичного эритроцита при меньшей концентрации гемоглобина в клетках и снижении их числа. В наших исследованиях при скармливании гидроалюмосиликата истинная концентрация гемоглобина (ИКГ) в единичном эритроците под влиянием ЛПКД у 30-суточных утят II и III групп не изменялась, у

60-суточных – повышалась на 10,1 ($p < 0,05$) и 18,5% ($p < 0,01$) при дозе 150 и 200 мг/кг массы тела соответственно.

Введение в рацион ЛПКД вызывало понижение показателя сферичности эритроцитов: 30-суточных утят при дозе 150 (на 15,4%, $p < 0,01$), 60-суточных – при дозе 100 мг/кг (на 13,0%, $p < 0,05$). Более плоские клетки, как известно, наиболее эффективны в выполнении дыхательной функции (9).

Функциональную неравнозначность эритроцитов контрольной и подопытных групп утят можно рассматривать как компенсаторную реакцию системы эритрона, направленную на поддержание постоянства дыхательной поверхности крови.

Введение в рацион бройлеров минеральной добавки стимулировало эритропоэз (табл. 3), причем наиболее значительно во второй группе: число эритроцитов повышалось на 28,9% ($p < 0,01$), концентрация гемоглобина – на 18,7 ($p < 0,01$) по сравнению с аналогичными показателями в контроле.

Линейные размеры клеток изменялись в сторону понижения незначительно, но достоверно уменьшались объем (на 25,3%, $p < 0,01$) и поверхность (на 13,6%, $p < 0,01$) единичного эритроцита; общая дыхательная поверхность клеток увеличивалась в обеих группах подопытных цыплят – на 29,9 и 17,6% ($p < 0,01$) соответственно при ежесуточном и периодическом скармливании препарата.

3. Морфо-функциональные свойства эритроцитов цыплят-бройлеров

Показатели, ед. изм.	Группа, режим скармливания 100 мг/кг ЛПКД		
	I (контроль)	II (ежесуточно)	III (периодически)
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,13±0,06	3,25±0,22**	2,29±0,07
Гемоглобин, г/л	96,33±2,20	114,38±2,39**	121,57±2,82**
Гематокрит, %	32,20±0,87	32,50±0,67	38,94±2,16**
Диаметр клетки, мкм:			
длинный	12,26±0,19	11,60±0,11	11,97±0,06
короткий	7,16±0,12	7,10±0,10	7,32±0,08
Толщина клетки, мкм	2,16±0,14	1,57±0,15**	2,51±0,06*
Показатель сферичности	0,221±0,017	0,168±0,017*	0,259±0,008*
Объем клетки, мкм ³	151,81±5,57	113,44±8,23**	170,69±4,84
Поверхность клетки, мкм ²	206,85±4,32	178,66±2,21**	213,68±2,76
Общая поверхность клеток, м ²	409,08±5,02	583,51±5,16**	481,07±4,66**
ИКГ, %	38,30±1,31	50,25±1,81**	40,53±1,58

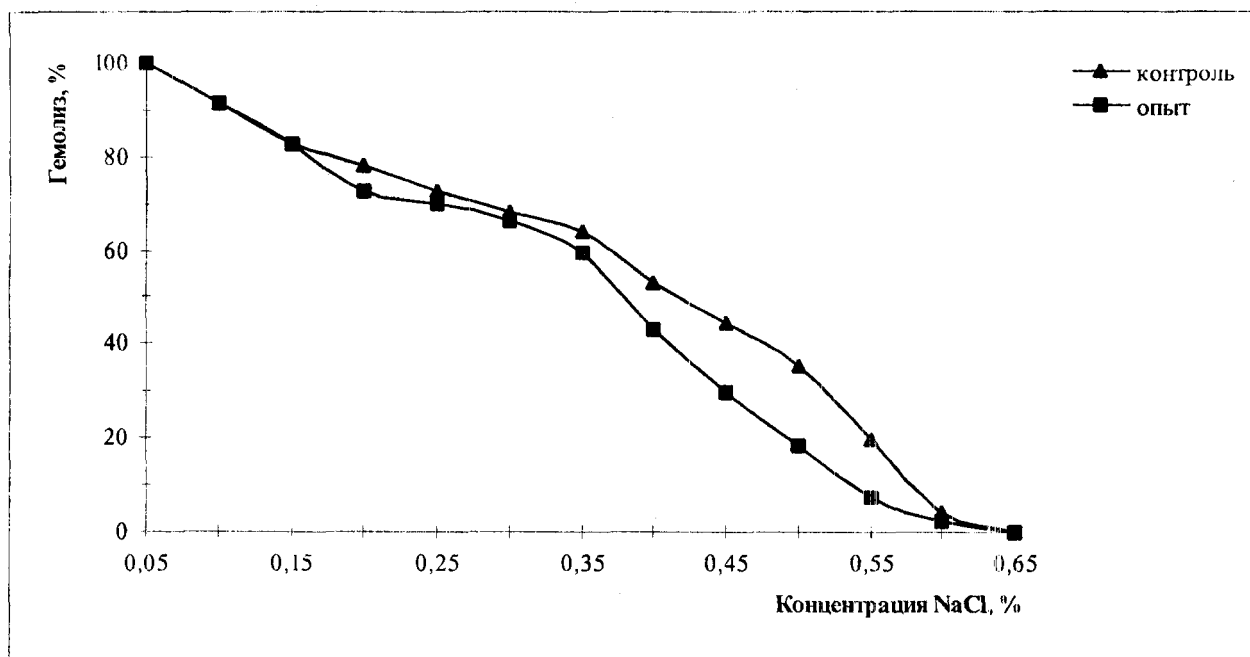


Рис. 1. Эритрограммы крови цыплят-бройлеров в группах контрольной птицы и получавшей 100 мг/кг ЛПКД (1-я серия). По оси абсцисс – концентрация раствора NaCl (%), по оси ординат – гемолиз (%).

Универсальным генетически детерминированным показателем функциональной неравнозначности эритроцитов служит истинная концентрация гемоглобина в клетке (ИКГ) – она повышалась во второй группе (при ежесуточном введении кормовой добавки) на 31,2% ($p < 0,01$). Следовательно, оптимальное функционирование системы крови в подопытных группах бройлеров реализуется через увеличение насыщения эритроцита пигментом.

Анализ величин показателя сферичности позволил выявить тенденцию к платоцитозу эритроцитов цыплят, получавших добавку ежесуточно.

Известно, что при обычном нормобластическом типе кроветворения молодые эритроциты осмотически более устойчивы (10). Данные осмотической резистентности эритроцитов к гипотоническим растворам (рис. 1) подтвердили наше предположение о большей активности эритропоэза у птиц опытных групп, что способствовало постоянному омоложению клеток периферической крови. У контрольных птиц средняя клеточная хрупкость была выше, и гемолиз наступал при больших концентрациях NaCl (0,39 и 0,44% NaCl в контроле и опыте соответственно).

Данные эритроцитометрии свидетельствуют о том, что эритроциты птиц, получавших ЛПКД, имеют большие функциональные возможности для эффективного выполнения дыхательной функции. Функциональную неравнозначность эритроцитов можно рассматривать как активную мобилизацию адаптивных механизмов у подопытных бройлеров.

Содержание эритроцитов и концентрация гемоглобина в крови кур-несушек находились в пределах физиологических границ для птиц данного возраста и направления продуктивности (табл. 4). Под влиянием сорбента выявлено увеличение числа эритроцитов (в третьей группе – на 8,6%, $p < 0,05$) и содержания гемоглобина (на 8,8 и 12,3% соответственно во второй и третьей группах, $p < 0,01$).

У эритроцитов кур, получавших ЛПКД, обнаружено понижение длинного (на 3,2-7,2%, $p < 0,05$) и короткого (на 1,5-3,2%, $p < 0,05$) диаметров, среднего объема (на 10,5%, $p < 0,01$) и поверхности единичного эритроцита: на 2,1% во второй ($p > 0,05$) и 8,3 – в третьей ($p < 0,05$) группах. Межгрупповые различия в размерах общей дыхательной поверхности клеток не обнаружены.

4. Морфо-функциональные свойства эритроцитов кур-несушек

Показатели, ед. изм.	Группы и доза ЛПКД, мг/кг		
	I (контроль)	II (250)	III (1000)
Эритроциты, $10^{12}/л$	2,22±0,05	2,24±0,06	2,41±0,06*
Гемоглобин, г/л	93,77±1,17	102,04±1,59**	105,26±1,24**
Гематокрит, %	32,00±1,80	32,50±0,32	31,01±1,26
Диаметр клетки, мкм:			
длинный	11,11±0,09	10,75±0,08*	10,31±0,11**
короткий	6,80±0,08	6,70±0,03	6,58±0,02*
Толщина клетки, мкм	2,43±0,04	2,55±0,03*	2,43±0,05
Показатель сферичности	0,270±0,003	0,289±0,003**	0,288±0,006*
Объем клетки, $мкм^3$	144,12±2,28	144,99±2,38	128,97±2,19**
Поверхность эритроцита, $мкм^2$	187,01±1,69	182,99±1,98	171,45±0,69**
Общая поверхность эритроцитов, $м^2$	415,10±3,92	410,21±4,63	414,78±4,09
ИКГ, %	36,54±1,81	39,09±1,03	42,28±1,06*

Эритроциты крови подопытных птиц оказались более насыщены гемоглобином (на 7,0% во второй ($p>0,05$) и 15,7 – в третьей ($p<0,05$) группах); имели более высокий показатель сферичности (на 7,0 ($p<0,01$) и 6,7% ($p<0,05$) соответственно у кур второй и третьей групп); их клетки были менее устойчивы к действию гипотонических растворов (рис. 2).

Эти данные позволяют предположить, что в крови подопытной птицы содержалось больше, чем в крови контрольных несушек, старых клеток, что согласуется с данными литературы (7). Эффективность функционирования системы красной крови подопытных кур поддерживалась на

оптимальном уровне за счет количественного накопления гемоглобина и сохранения общей дыхательной поверхности на уровне значений контрольных несушек.

Установленные в ходе эксперимента связи между количественными и качественными характеристиками эритроцитов имеют, очевидно, адаптивное значение и являются одной из форм процесса авторегуляции (7, 11).

Отсутствие резких колебаний в системе крови в процессе скармливания ЛПКД свидетельствует о сохранении оптимального уровня гемопозитических процессов, дыхательной функции и отсутствии кардинальных вмешательств в гомеостатические механизмы.

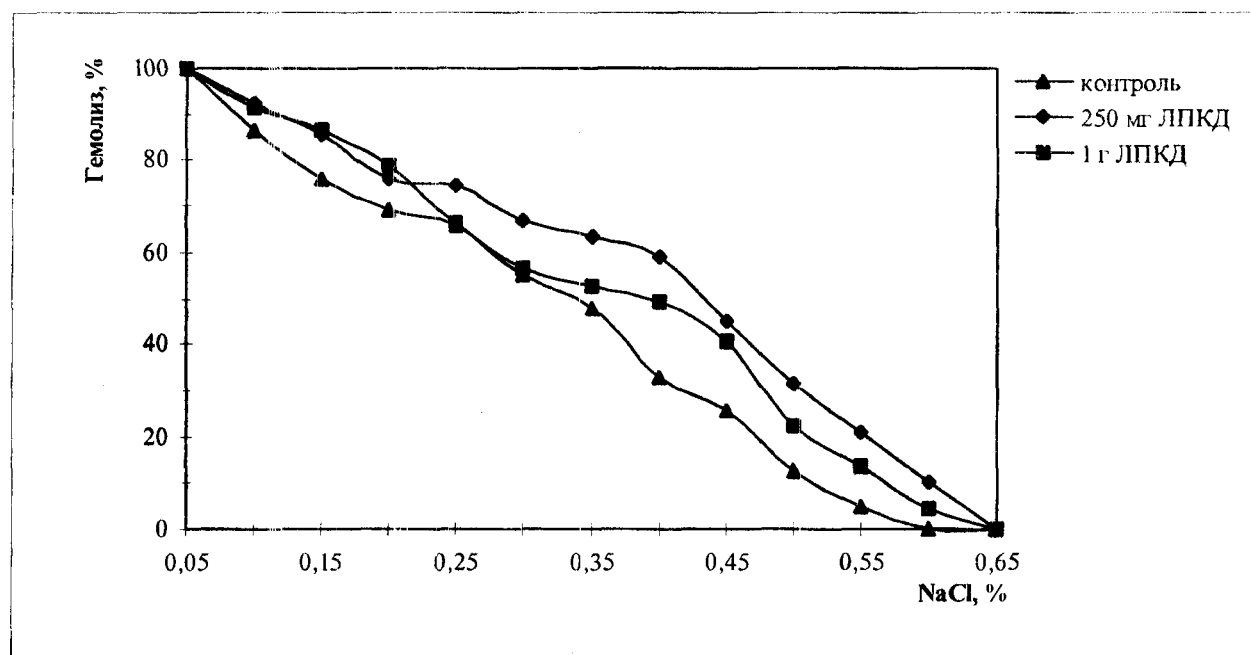


Рис. 2. Эритрограммы кур-несушек под влиянием скармливания ЛПКД. Обозначения, как на рис. 1.

Выводы:

1. Гидроалюмосиликатный сорбент (ЛПКД – лечебно-профилактическая кормовая добавка) обладает выраженным гемопозитическим действием, его включение в рацион сельскохозяйственной птицы приводит к повышению гематокрита (на 4,3-17,3%), количества эритроцитов (на 12,0-34,5%), концентрации гемоглобина (на 7,1-26,2%) в периферической крови.

2. Под влиянием ЛПКД изменяются морфометрические характеристики эритроцитов и возрастают их функциональные возможности – уменьшаются средний объем, толщина, показатель сферичности; увеличивается насыщенность клеток гемоглобином и их общая поверхность.

3. Использование природного гидроалюмосиликатного сорбента приводит к повышению осмотической устойчивости эритроцитов, понижается их осмотическая ломкость и гемолиз наступает при больших (по сравнению с контролем) концентрациях NaCl.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Васильева Е. А. Клиническая биохимия сельскохозяйственных животных. – М., 1982. – 254 с.

2. Гомеостаз / Под ред. П. Д. Горизонтова. – М.: Медицина, 1981. – 576 с.

3. Гительзон И. И., Терсков И. А. Эритрограммы как метод клинического исследования крови. – Красноярск: СО АН СССР, 1959. – 247 с.

4. Шапошников А. А., Присный А. А., Беседин П. В., Везенцев А. И., Токарь В. В. Сметитисодержащая добавка для супоросных свиноматок и поросят // Зоотехния. – 1998. – № 8. – С. 16-18.

5. Биологическое обоснование потребности животных в кремнии / А. С. Федин, В. А. Кокарев, А. П. Матренин, В. Г. Матюшкин; Науч. ред. В. А. Кокарев. – Саранск, 1993. – 92 с.

6. Исследование системы крови в клинической практике / Под ред. Г. И. Козинца, В. А. Макарова. – М.: Триада-Х, 1997. – 480 с.

7. Клиорин А. И., Тиунов Л. А. Функциональная неравнозначность эритроцитов. – Л.: Наука, 1974. – 145 с.

8. Shiga T., Macda N., Kon K. Dependence of oxygen release on shear induced red cell deformation. – In: Progress in microcirculation research / Ed. by T. Courtice, Keusington, 1984. – P.115-123.

9. Кассирский И. А., Алексеев Г. А. Клиническая гематология. – М., 1970. – 800 с.

10. Фридман Л. М. Осмотическая и механическая резистентность эритроцитов при анемических состояниях. – Тбилиси: Изд-во АНГрССР, 1963. – 382 с.

11. Oyewale J. O., Okewumi T. O., Olayemi F. O. Haematological changes in West African Dwarfgoats following haemorrhage / J. Vet. Med. A., 1997, V. 44, 10-10, P. 619-624.

Исследования частично поддержаны грантом РФФИ «Физиологический и радиационный мониторинг экосистемы Белгородской области».

УДК 631.5

ВЛИЯНИЕ РЕАКЦИИ ПОЧВЕННОЙ СРЕДЫ НА УРОЖАЙ И КАЧЕСТВО ПРОДУКЦИИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ И ЯЧМЕНЯ

В. В. Скорбач, А. Ф. Колчанов, Н. П. Таволжанский

Подкисление почв отрицательно влияет на их свойства, рост и продуктивность растений и качество урожая. В работах ряда отечественных и зарубежных ученых отмечена связь урожайности и кислотных свойств почвы. Так, не все агрохимические показатели буро-подзолистой и луговой почв в одинаковой степени и неоднозначно влияют на урожай культур (2).

Длительными опытами в 6-7-польных полевых севооборотах на дерново-подзолистых тяжелосуглинистых и легкосуглинистых почвах Центральной опытной станции и Смоленского филиала ВИУА выявлена на легкосуглинистых почвах высокая корреляционная зависимость между агрохимическими свойствами и урожаем озимой пшеницы и сена клевера, средняя – для ячменя и слабая – для горохо-овсяной смеси