

Соляник В.В.

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

Соляник С.В.

УО «Гродненский государственный аграрный университет», г. Гродно, Республика Беларусь

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ МОРФО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВИ И ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТИ ОРГАНИЗМА СУПОРΟΣНЫХ И ПОДСОСНЫХ СВИНОМАТОК

Рецензент – кандидат сельскохозяйственных наук П.А.Ващенко

В статье представлены математические формулы, использование которых позволяет определить количественные характеристики морфологических и биохимических показателей крови молодых свиноматок, а также параметры естественной резистентности в период супоросности и лактации. Практическое применение математической модели, изменение того или иного морфо-биохимического параметра, дает возможность исследователям более точно применять биологически активные вещества, причем очень непродолжительное время, чтобы корректировать течение обменных процессов с целью повышения продуктивности свиноматок.

Ключевые слова: морфо-биохимические показатели крови, свиноматки, естественная резистентность, моделирование.

Ученым-зоотехникам, как представителям сельскохозяйственной отрасли науки, больше чем исследователям в биологической или ветеринарной науке [1], известно, что недостаточное внимание к рациональным приемам содержания, кормления, выращивания и ухода за животными, не позволяет в достаточной степени сохранять и укреплять их здоровье, обеспечивать продуктивность, обусловленную наследственностью.

По рекомендациям ученых в области ветеринарии и зоогигиены, у 3-5% животных от общего поголовья находящегося в помещении, путем взятия образцов крови определяют концентрацию в биологическом материале различных морфологических, биохимических параметров, а также исследуют гуморальные и клеточные факторы защиты организма животных, т.е. их уровень естественной резистентности [2, 3]. По общему правилу, исследования проводят в начале, середине и в конце определенного цикла выращивания и откорма животных, а у маточного поголовья – по сезонам года. Учитывают также общее клиническое состояние животных, поедаемость корма и продуктивность [4].

Конечным оценочным признаком действия различных неблагоприятных факторов (стрессов) являются данные о продуктивности животных, являющейся интегрирующим показателем. При этом о силе воздействия стрессов можно судить по воспроизводительной способности животных (длительность охоты, количество и качество спермы, продуктивность циклов охоты, оплодотворение, течение супоросности, количество приплода, его жизнеспособность), мясной продуктивности, качеству получаемой продукции, заболеваемости и смертности, экономическим показателям [5].

В настоящее время в области свиноводства уже имеется некоторый фактический материал, позволяющий, по крайней мере, в принципе, прогнозировать характер превращения того или иного вещества в изучаемой биологической системе. Поэтому

встает задача анализа и разработки методов количественного прогнозирования химического превращения в биологических системах [6].

Эта задача находит решение в рамках системного подхода, основанного на едином математическом описании этих систем путем построения набора модельных систем, каждая из которых обладает одним или несколькими специфическими свойствами. При этом, как и при всяком моделировании, теряются отдельные свойства, обусловленные внутрисистемными связями. Но полученные результаты в том или ином приближении отражают поведение биологических систем. Все это позволяет во многом уточнять имеющиеся представления о биохимических и физиологических процессах [7].

Одним из важных факторов, стимулирующих дальнейшее развитие различных областей естественных наук, является внедрение в них математики, ведь, еще К. Маркс отмечал, что использование математики – это показатель зрелости науки [8]. Только в век развития компьютерной техники начало реально сбывается то, что более ста лет тому назад гениально предвидел И.П. Павлов, который в 1909 г. сказал: «...Вся жизнь от простейших до сложнейших организмов, включая, конечно, и человека, есть длинный ряд все усложняющихся до высочайшей степени уравниваний внешней среды. Придет время, пусть отдаленное, когда математический анализ, опираясь на естественно-научный, охватит величественными формулами уравнений все эти уравновешивания, включая в них, наконец, и самого себя» [9].

На наш взгляд, нынешняя зоотехническая наука, как сельскохозяйственная отрасль науки является зрелой, так как широко использует возможности математики и компьютерных технологий [10]. При этом важно имеющуюся информацию и знания [11] о тенденциях течения тех или иных биохимических процессов, значения граничных морфо-биохимических параметров, этапах зарождения и формирования продуктивных качеств организма, например, свиней, преобразовать в четкие математические зависимости.

Материалы и методы. Задачей исследований было установление влияния конкретных периодов супоросности и лактации свиноматок на морфологические, биохимические показатели их крови, и уровень защитных сил организма. На свиноводческом комплексе годовой производственной мощностью 3 тыс. т свинины в живой массе, была сформирована группа из 35 ремонтных свинок, одного возраста и живой массы, которая была осеменена в течение двух дней. После осеменения у супоросных молодых свинок и лактирующих свиноматок этой группы брали образцы крови по дням физиологического периода: супоросность – на 2-й, 5-й, 30-й, 40-й, 60-й, 75-й, 90-й, 100-й день, лактация – на 2-й, 5-й, 10-й, 25-й день.

Биологический материал (кровь и сыворотку) свиней исследовали на различных анализаторах, в частности: фотоэлектроколориметр КФК-2; счетчик микрочастиц «Picoscale-PS-4» (Венгрия); биохимический автоанализатор «Synchron-CX-4, Вестман» (США); атомно-адсорбционный спектрофотометр «Perkin Elmer-5000» (Швеция); иммунохимическая система «ICS-II, Вестман» (США), а параметры естественной резистентности определяли по общепринятым методикам (по О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой (1966), по В.Г. Дорофейчуку (1968), по В.С. Гостева (1950)).

Полученные результаты были подвергнуты статистической обработке [12].

Для проведения математического описания закона (т.е. установление тенденции, функции в аналитическом виде), по которому протекают обменные процессы в организме свиноматок, проанализировали изменение исследуемых показателей по отношению ко второму дню супоросности и лактации. Это связано с тем, что второй день является началом протекания физиологического процесса и на него оказывает влияние не только биологическая особенность данных периодов, но технологические факторы, в частности, связанное с перемещением из одного сектора в другой (например, на осеменение) или из станка в станок (при начале опороса и лактации). Все это, в свою очередь, является определенным стресс-фактором для животных. Не проводилось сравнение морфо-биохимических параметров между различными физиологи-

ческими стадиями, так как на наш взгляд это не является достаточно обоснованным с точки зрения поставленных целей и задач.

В качестве математического инструментария использованы возможности электронных таблиц MS Excel. Все изучаемые параметры достаточно хорошо описываются полиномами 6 степени (для периода супоросности) и 3 степени (для лактации), с высоким уровнем достоверности аппроксимации $R^2=1$ [6].

Результаты и обсуждение. В отношении исследованных показателей в период супоросности, наиболее значимыми является динамика изменений морфо-биохимических параметров крови животных, начиная с 30 дня супоросности, так как в этот период уже с достаточно большой долей вероятности можно утверждать о нормальном течении этого физиологического процесса, в том плане, что прохолостевшие животные уже выбрались.

В ходе проведенного морфо-биохимического скрининга установлено, что течение физиологических периодов жизни свиноматок связано с постоянным изменением уровня обменных процессов в их организме [9]. Об этом свидетельствует изменение морфологических, биохимических показателей крови и неспецифической резистентности организма свиноматок в различные дни супоросности и лактации.

На основе полученных и статистически обработанных данных нами разработаны блок-программы определения количественных характеристик морфологических и биохимических показателей крови молодых свиноматок, а также их параметры естественной резистентности в период супоросности (таблица 1) и лактации (таблица 2).

1. Блок-программа определения количественных морфо-биохимических показателей крови молодых свиноматок в период супоросности

День супоросности	100
1	2
x	=ОКРУГЛ(0,34883721+0,06744186*B5;0)
Эритроциты, $10^{12}/л$	$= 0,1035*x^6 - 2,0813*x^5 + 15,558*x^4 - 52,994*x^3 + 81,339*x^2 - 52,425*x + 123,5$
Гемоглобин, г/л	$= 0,8567*x^6 - 20,373*x^5 + 191,4*x^4 - 901,59*x^3 + 2220,5*x^2 - 2665,1*x + 1267,2$
Лейкоциты, $10^9/л$	$= -0,0624*x^6 + 2,0088*x^5 - 25,263*x^4 + 157,52*x^3 - 503,17*x^2 + 751,87*x - 289,3$
Холестерин, ммоль/л	$= 0,4015*x^6 - 9,4613*x^5 + 87,867*x^4 - 407,39*x^3 + 978,73*x^2 - 1127,7*x + 560,1$
Триглицериды, ммоль/л	$= -0,1122*x^6 + 2,155*x^5 - 16,114*x^4 + 63,242*x^3 - 150,77*x^2 + 217,4*x - 50,6$
Бета-липопротеиды, г/л	$= -0,5208*x^6 + 13,229*x^5 - 132,81*x^4 + 667,19*x^3 - 1741,7*x^2 + 2194,6*x - 950$
Глюкоза, моль/л	$= -0,591*x^6 + 14,09*x^5 - 132,9*x^4 + 631,39*x^3 - 1581,4*x^2 + 1947,5*x - 777,1$
Сиаловые кислоты, ед. опт. плотности	$= 0,836*x^6 - 21,769*x^5 + 224,43*x^4 - 1161,8*x^3 + 3141,1*x^2 - 4104,6*x + 2002,4$
Общий белок, г/л	$= 0,1411*x^6 - 3,3075*x^5 + 30,736*x^4 - 143,88*x^3 + 353,82*x^2 - 425,41*x + 278,2$
Альбумины, г/л	$= -0,3417*x^5 + 5,9292*x^4 - 38,7*x^3 + 116,52*x^2 - 157,71*x + 161,3$
Глобулины, г/л	$= -0,3317*x^5 + 5,9083*x^4 - 40,142*x^3 + 128,64*x^2 - 189,78*x + 189$
Альфа-глобулины, %	$= 0,6425*x^5 - 10,712*x^4 + 64,979*x^3 - 172,99*x^2 + 193,88*x + 15,1$

Бета-глобулины, %	$= 0,8375*x^5 - 14*x^4 + 86,962*x^3 - 246,05*x^2 + 308,45*x - 38,2$
Гамма-глобулины, %	$= -0,3667*x^5 + 6,4583*x^4 - 41,917*x^3 + 122,04*x^2 - 155,22*x + 183$
Мочевина, ммоль/л	$= 1,4444*x^6 - 34,542*x^5 + 325,79*x^4 - 1537,4*x^3 + 3784,8*x^2 - 4542*x + 2139$
Креатинин, мкмоль/л	$= 0,5715*x^6 - 12,605*x^5 + 108,98*x^4 - 469,74*x^3 + 1054,9*x^2 - 1150,7*x + 544,9$
Общий билирубин, мкмоль/л	$= 0,065*x^6 - 2,16*x^5 + 24,9*x^4 - 128,17*x^3 + 299,29*x^2 - 276,22*x + 172,2$
Аланинаминотрансфераза, ИЕ/л	$= 0,3181*x^6 - 7,7875*x^5 + 76,285*x^4 - 378,31*x^3 + 982,9*x^2 - 1231,4*x + 667$
Аспаргатаминотрансфераза, ИЕ/л	$= 0,2276*x^6 - 4,6121*x^5 + 34,962*x^4 - 121,22*x^3 + 180,81*x^2 - 61,065*x + 38,7$
Лактатдегидрогеназа, ИЕ/л	$= 0,1496*x^6 - 3,9804*x^5 + 42,323*x^4 - 226,41*x^3 + 627,98*x^2 - 829,06*x + 472,2$
Щелочная фосфатаза, ИЕ/л	$= 1,8272*x^6 - 43,843*x^5 + 416,13*x^4 - 1982,5*x^3 + 4942,5*x^2 - 6015,3*x + 2815,1$
Гамма-глутамилтрансфераза, ИЕ/л	$= 0,4406*x^6 - 10,744*x^5 + 102,89*x^4 - 486,3*x^3 + 1164,8*x^2 - 1293,2*x + 583,2$
Креатинкиназа, ИЕ/л	$= 0,1285*x^6 - 2,8763*x^5 + 25,062*x^4 - 107,76*x^3 + 238,46*x^2 - 252,61*x + 137$
Амилаза, ИЕ/л	$= 0,5858*x^6 - 12,853*x^5 + 110,6*x^4 - 474,05*x^3 + 1051,9*x^2 - 1117,9*x + 537,8$
Кальций, ммоль/л	$= 0,7086*x^6 - 16,92*x^5 + 159,47*x^4 - 751,86*x^3 + 1845*x^2 - 2191,9*x + 1049,7$
Фосфор, ммоль/л	$= 0,65*x^6 - 15,563*x^5 + 147,53*x^4 - 701,91*x^3 + 1742,2*x^2 - 2092,5*x + 998,1$
Калий, ммоль/л	$= -0,2414*x^6 + 6,0108*x^5 - 58,418*x^4 + 277,08*x^3 - 651,59*x^2 + 679,96*x - 140,8$
Медь, мкмоль/л	$= -0,8458*x^6 + 20,221*x^5 - 189,73*x^4 + 884,31*x^3 - 2129,4*x^2 + 2474,5*x - 994$
Железо, ммоль/л	$= 0,8039*x^6 - 20,553*x^5 + 208,96*x^4 - 1070,4*x^3 + 2867,7*x^2 - 3712,9*x + 1836,3$
Цинк, мкмоль/л	$= -0,6181*x^6 + 15,421*x^5 - 150,07*x^4 + 714,65*x^3 - 1707,8*x^2 + 1869,4*x - 617$
Иммуноглобулины G, мг/дл	$= -1,2153*x^6 + 30,513*x^5 - 302,59*x^4 + 1497,9*x^3 - 3835,2*x^2 + 4695,6*x - 1971$
Иммуноглобулины M, мг/дл	$= -1,4076*x^6 + 35,319*x^5 - 350,1*x^4 + 1732,9*x^3 - 4436,7*x^2 + 5432,6*x - 2310,5$
Бактерицидная активность сыворотки крови, %	$= 0,7143*x^6 - 14,033*x^5 + 98,295*x^4 - 275,59*x^3 + 150,49*x^2 + 484,32*x - 357,3$
Лизоцимная активность сыворотки крови, %	$= -1,0014*x^6 + 23,879*x^5 - 223,21*x^4 + 1035,4*x^3 - 2477,1*x^2 + 2833,2*x - 1048,2$
Нормальных агглютининов, титр	$= -0,0139*x^6 - 1,0417*x^5 + 26,319*x^4 - 222,29*x^3 + 848,69*x^2 - 1461,7*x + 970$
Фагоцитарная активность, %	$= 1,0292*x^6 - 24,711*x^5 + 232,24*x^4 - 1078,4*x^3 + 2565,6*x^2 - 2906,9*x + 1271,9$
Фагоцитарное число	$= 1,6722*x^6 - 39,737*x^5 + 369,38*x^4 - 1697*x^3 + 4000,2*x^2 - 4500,2*x + 1907,1$
Фагоцитарный индекс	$= 1,0778*x^6 - 25,285*x^5 + 231,96*x^4 - 1051*x^3 + 2438,8*x^2 - 2689,7*x + 1153,4$
Фагоцитарная емкость	$= 0,8026*x^6 - 18,327*x^5 + 161,9*x^4 - 694,66*x^3 + 1488,2*x^2 - 1464,4*x + 580,1$

2. Блок-программа определения количественных морфо-биохимических показателей крови молодых свиноматок в период лактации

День лактации	25
x	=ОКРУГЛ(0,76923077+0,092307692*B5;0)
Эритроциты, 10 ¹² /л	= -25,5*x ² + 93,5*x + 50
Гемоглобин, г/л	= -17,5*x ² + 72,5*x + 55
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	= -14,7*x ² + 26,1*x + 121,6
Холестерин, ммоль/л	= 4*x ² - 9*x + 116
Триглицериды, ммоль/л	= 1,25*x ² - 12,25*x + 104,5
Бета-липопротеиды, г/л	= -66,15*x ² + 214,45*x - 31,3
Глюкоза, ммоль/л	= 67*x ² - 236*x + 287
Сиаловые кислоты, ед. отп. плотности	= 46,5*x ² - 150,5*x + 233
Общий белок, г/л	= -1,5*x ² + 2,5*x + 114
Мочевина, ммоль/л	= -4,75*x ² + 44,75*x + 33,5
Креатинин, мкмоль/л	= 3,35*x ² - 14,25*x + 93,1
Общий билирубин, мкмоль/л	= -19,35*x ² + 71,95*x + 13,5
Аланинаминотрансфераза, ИЕ/л	= 7,5*x ² - 24,5*x + 134
Аспаратаминотрансфераза, ИЕ/л	= 2,15*x ² - 14,75*x + 100,9
Лактатдегидрогеназа, ИЕ/л	= -14*x ² + 52*x + 65
Щелочная фосфатаза, ИЕ/л	= -2,5*x ² + 5,5*x + 126
Гамма-глутамилтрансфераза, ИЕ/л	= 17*x ² - 85*x + 227
Креатинкиназа, ИЕ/л	= -18*x ² - 6*x + 266
Амилаза, ИЕ/л	= -16,3*x ² + 89,5*x + 24,2
Кальций, ммоль/л	= 7*x ² - 28*x + 131
Фосфор, ммоль/л	= 7,5*x ² - 37,5*x + 145
Калий, моль/л	= -33,1*x ² + 109,3*x + 25,8
Медь, мкмоль/л	= 46,5*x ² - 212,5*x + 319
Железо, ммоль/л	= -30*x ² + 122*x + 18
Кобальт, мкмоль/л	= -0,1*x ² - 9*x + 90,4
Марганец, мкмоль/л	= 25*x ² - 87,5*x + 125
Цинк, мкмоль/л	= 20,45*x ² - 92,95*x + 148,1
Иммуноглобулины G, мг/дл	= 9*x ² - 26*x + 139
Иммуноглобулины M, мг/дл	= -25,25*x ² + 63,75*x + 126,5
Бактерицидная активность сыворотки крови	= -43,35*x ² + 163,25*x - 48,1
Лизоцимная активность сыворотки крови	= 5,65*x ² - 41,95*x + 145,3
Нормальных агглютининов, титр	= 57,5*x ² - 244,5*x + 330

Полученные математические зависимости, а также анализ научной литературы [1, 2, 11], позволяют создать компьютерную модель течения обменных процессов в организме свиноматок. В комплексную модель имеет смысл ввести показатель продуктивности свиноматок, если конечно будет установлена тесная коррелятивная связь между отдельными морфо-биохимическими показателями (или их группой) и продуктивностью животных. Однако, на наш взгляд, более целенаправленно необходимо работать

на возможности корректировки течения обменных процессов, путем скармливания свиноматкам в определенные (непродолжительные (10-20 дней)) периоды супоросности и лактации биологически активных веществ определенного спектра действия.

Безусловно, полученные математические зависимости являются лишь первым шагом для аналитического описания биохимических процессов в организме супоросных и подсосных свиноматок. На наш взгляд, при наличии финансовых средств на оплату процедуры взятия крови и ее доставку в лабораторию для исследования, на проведение морфо-биохимических анализов образцов, необходимо продолжить эти исследования.

Взятие образцов крови необходимо будет осуществлять в конкретные дни физиологических периодов, от различных половозрастных групп животных, а не только от молодых свинок (свиноматок), и при этом важно учитывать условия содержания животных, уровень и качество кормления, а самое главное продуктивность и сохранность поголовья. Это позволит математически описать влияния видосоответствующих условий содержания и кормления свиней, через течение биохимических процессов, на уровень продуктивности конкретных половозрастных групп животных.

Выводы. Разработаны математические формулы, использование которых позволяет определить количественные характеристики морфологических и биохимических показателей крови, а также параметры естественной резистентности в период супоросности и лактации молодых свиноматок.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Лебедев, П. Т. Методы исследования кормов, органов и тканей животных / П. Т. Лебедев, А. Т. Усачов. – М. : Россельхозиздат, 1976. – 386 с.
2. Холод, В. М. Справочник по ветеринарной биохимии / В. М. Холод, Г. Ф. Ермолаев. – Мн.: Ураджай, 1988. – 168 с.
3. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии / И. П. Кондрахин [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1985. – 287 с.
4. Справочник по болезням сельскохозяйственных животных / Д. Д. Бутьянов [и др.]. – Мн. : Ураджай, 1990. – 352 с.
5. Никитченко, И. Н. Адаптация, стрессы и продуктивность сельскохозяйственных животных / И. Н. Никитченко, С. И. Плященко, А. А. Зеньков. – Мн. : Ураджай, 1988. – 200 с.
6. Соляник, В. В. Программно-математический метод для аналитического описания биологических и технологических процессов в животноводстве / В. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Мн. : Хата, 2001. – Т. 36. – С. 348-358.
7. Ершов, Ю. А. Кинетика и термодинамика биохимических и физиологических процессов / Ю. А. Ершов, Н. Н. Мушкамбаров. – М. : Медицина, 1990. – 208 с.
8. Маркс, К. Анти-Дюринг. Диалектика природы : сочинения. Т. 20 / К. Маркс, Ф. Энгельс. – М. : Государственное издательство политической литературы, 1961. – 828 с.
9. Павлов, И. П. Собрание сочинений. Т. III, кн. I : Естествознание и мозг / И. П. Павлов. – М., 1925. – 542 с.
10. Соляник, А. В. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник, В. А. Соляник. – Горки : БГСХА, 2013. – 415 с.
11. Понд, У. Дж. Биология свиньи / У. Дж. Понд, К. А. Хаупт. – М. : Колос, 1983. – 334 с.
12. Соляник, А. В. Зоотехническая статистика в электронных таблицах : моногр. / А. В. Соляник, В. В. Соляник, В. А. Соляник. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 434 с.

V.V. Solyanik, S.V. Solyanik. Computer simulation of changes of morphological and biochemical parameters of blood and natural resistance of organism of gestating and lactating sows

The paper presents mathematical formulae uses to determine the quantitative characteristics of morphological and biochemical blood parameters of young sows, as well as parameters of natural resistance during gestation and lactation. The practical application of the mathematical model, change of morphological and biochemical parameters, enables researchers to apply biologically active substances more precisely and in a very short time period to adjust the course of metabolic processes to improve productivity of sows.

Key words: morphological and biochemical parameters of blood, sows, natural resistance, simulation.