

УДК 636.4:612.017:519.22.004.3

**КОМПЬЮТЕРНЫЕ ПРЯМОЛИНЕЙНЫЕ МОДЕЛИ  
ВЗАИМОСВЯЗИ СРЕДНЕСУТОЧНЫХ ПРИРОСТОВ СВИНЕЙ  
НА ДОРАЩИВАНИИ  
С ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ  
И ЕСТЕСТВЕННОЙ РЕЗИСТЕНТНОСТЬЮ ИХ ОРГАНИЗМА**

**С. В. Соляник, В. В. Соляник**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук  
Беларуси по животноводству»

г. Жодино, Республика Беларусь

(Республика Беларусь, 222163, г.Жодино, ул. Фрунзе, 11

e-mail: Val\_Sol\_v@mail.ru)

***Ключевые слова:** свиньи на доращивании, среднесуточные приросты, биохимические показатели крови, естественная резистентность, компьютерная программа*

***Аннотация.** В статье представлена компьютерная программа расчета гематологического профиля поросят на доращивании в зависимости от их среднесуточных приростов в этот период, а также обратный расчет, т. е. вычисление привеса поросят-отъемышей по показателям крови. Установлено, что увеличение среднесуточного прироста характеризуется снижением количества одних морфологических, биохимических показателей крови и естественной резистентности организма свиней и повышением других.*

**COMPUTER RECTALINE MODELS OF INTERDEPENDENCE  
OF MIDDLE-DUTY PIGGER GROWTH AT BREAKING WITH  
HEMATOLOGICAL INDICATORS AND NATURAL RESISTANCE  
OF THEIR ORGANISM**

**S. V. Solyanik, V. V. Solyanyk**

RUE «Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences  
of Belarus on Animal Husbandry»

(Belarus, 222160, Zhodino, 11 Frunze str.; e-mail: Val\_Sol\_v@mail.ru)

***Key words:** pigs on growing, average daily increments, biochemical indicators of blood, natural resistance, computer program*

***Summary.** The article presents a computer program for calculating the hematologic profile of piglets on growing, depending on their average daily increments in this period, as well as a reverse calculation, that is, by calculating the weight of the wean piglets. It has been established that an increase in the average daily increase is characterized by a decrease in the number of morphological, biochemical indices of blood and natural resistance of pigs, and an increase in others.*

*(Поступила в редакцию 02.06.2017 г.)*

**Введение.** В настоящее время использование программных продуктов достаточно просто позволяет подобрать математическую модель взаимосвязи двух параметров [1]. Однако прогнозирование на перспективу биохимических показателей крови, основываясь на криволинейных и нелинейных зависимостях, в большинстве случаев выходит за рамки биологического и физического смысла конкретных физиологических значений [2]. Поэтому целесообразно применять прямолинейные функции, т. к. именно они позволяют получать приемлемый вариант прогнозирования.

**Цель работы:** предложить математическую модель, основанную на расчете значений морфо-биохимических показателей крови поросят-отъемышей для определения среднесуточных приростов в период доращивания.

**Материал и методы исследований.** Для установления математической взаимосвязи биохимических параметров крови и среднесуточного прироста молодняка свиней нами случайным образом было помечено пять станков, в которых содержались основные свиноматки, имевшие многоплодие 11 поросят, которые опоросились в один день. Акцент именно на такой уровень многоплодия был сделан лишь с одной целью, чтобы в гнезде была наименьшая вариабельность по крупноплодности животных. Для того, чтобы исключить стрессовые ситуации, никаких действий по взвешиванию поросят из помеченных станков не проводили. Товарный свинокомплекс, на котором проходили исследования, функционировал по двухфазной технологии, т. е. поросята от рождения до передачи на откорм в течение 12 недель находятся в тех же станках, в которых и родились.

Когда подконтрольным поросятам исполнилось 10 недель, из двух станков, в которых к тому моменту сохранилось по 10 голов, у всех животных были взяты пробы крови. При этом каждое животное было индивидуально взвешено на весах с точностью до 0,1 кг. На основании биохимических анализов крови поросят и их живой массы разработаны математические модели взаимосвязи этих параметров. Минимальный уровень среднесуточного прироста у поросят на доращивании в возрасте 70 дней составлял 194 г, а максимальный – 411 г.

Для установления прямолинейной зависимости использовали функцию Регрессия, находящуюся в меню Сервис-Анализ данных MS Excel.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Компьютерная программа расчета гематологического профиля поросят на доращивании в зависимости от уровня продуктивности представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Блок-программа расчета гематологического профиля поросят на доращивании в зависимости от среднесуточного прироста

1	А 2	В 3	В 4
1	Среднесуточный прирост, г	230	230
2	Эритроциты, $10^{12}/л$	=5,625757-0,00151*B1	5,3
3	Гемоглобин, г/л	=10,78243-0,00516*B1	9,6
4	Лейкоциты, $10^9/л$	=9,698586-0,0022*B1	9,2
5	Холестерин, ммоль/л	=2,283154+0,000392*B1	2,4
6	Триглицериды, ммоль/л	=0,582609+0,001233*B1	0,9
7	Бета-липопротеиды, ммоль/л	=0,427895-0,00033*B1	0,4
8	Глюкоза, ммоль/л	=3,782934+0,009804*B1	6,0
9	Сиаловые кислоты, ед. опт. плотности	=23,20898+0,014176*B1	26,5
10	Общий белок, г/л	=76,04476-0,04699*B1	65,2
11	Альбумины, всего, г/л	=30,09467-0,0126*B1	27,2
12	Альфа-глобулины, г/л	=12,47073-0,01172*B1	9,8
13	Бета-глобулины, г/л	=13,01764-0,01128*B1	10,4
14	Гамма-глобулины, г/л	=20,20785-0,01084*B1	17,7
15	Глобулины, всего, г/л	=45,6525-0,03371*B1	37,9
16	Альбумины, всего, %	=39,07294+0,011652*B1	41,8
17	Альфа-глобулины, %	=16,8363-0,00793*B1	15,0
18	Бета-глобулины, %	=17,79287-0,00735*B1	16,1
19	Гамма-глобулины, %	=26,31156+0,003638*B1	27,1
20	Глобулины, всего, %	=60,89141-0,01145*B1	58,3
21	Мочевина, ммоль/л	=6,367396-0,00233*B1	5,8
22	Мочевая кислота, ммоль/л	=56,00474-0,07259*B1	39,3
23	Креатинин, мкмоль/л	=120,1324-0,04929*B1	108,8
24	Общий билирубин, мкмоль/л	=18,03747-0,01604*B1	14,3
25	Прямой билирубин, мкмоль/л	=8,118781-0,00871*B1	6,1
26	Аланинаминотрансфераза, ИЕ/л	=38,32551-0,03587*B1	30,1
27	Аспаргатаминотрансфераза, ИЕ/л	=45,36437-0,02624*B1	39,3
28	Лактатдегидрогеназа, ИЕ/л	=1539,22-3,43542*B1	749,1
29	Щелочная фосфатаза, ИЕ/л	=106,2291+0,03554*B1	114,4
30	Гамма-глутамилтрансфераза, ИЕ/л	=47,96905-0,060664*B1	34,0
31	Креатинкиназа, ИЕ/л	=560,3164-0,18945*B1	516,7
32	Амилаза, ИЕ/л	=80,45606+0,015764*B1	84,1
33	Кальций, ммоль/л	=3,483551-0,00138*B1	3,2
34	Фосфор, ммоль/л	=4,013121-0,0007*B1	3,9
35	Медь, мкмоль/л	=4,262446-0,00186*B1	3,8
36	Железо, ммоль/л	=5,779774-0,00127*B1	5,5
37	Кобальт, мкмоль/л	=0,103717+0,000907*B1	0,3
38	Марганец, мкмоль/л	=2,827873+0,00057*B1	3,0
39	Цинк, мкмоль/л	=3,638927+0,002336*B1	4,2
40	Иммуноглобулин G, мг/дл	=465,6092-0,64243*B1	317,9
41	Иммуноглобулин M, мг/дл	=75,17976-0,0268*B1	69,0
42	Бактерицидная активность, %	=17,99176+0,01061*B1	20,4
43	Лизоцимная активность, %	=21,37276+0,000009*B1	21,4
44	Нормальных агглютининов, титр	=7,900647-0,00537*B1	6,7

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
45	Фагоцитарная активность	=71,8138-0,10776*B1	47,0
46	Фагоцитарное число	=7,021581-0,0134*B1	3,9
47	Фагоцитарный индекс	=11,40406-0,01319*B1	8,4
48	Фагоцитарная емкость	=134,7256-0,18728*B1	91,7

Результаты использования предложенной нами блок-программы представлены в таблице 2. Выбор прямолинейной регрессии для решения поставленной задачи связан с легкостью получения математической зависимости. Однако корреляция прямолинейной взаимосвязи между среднесуточным приростом и показателями гематологического профиля и естественной резистентности в большинстве случаев была ниже средней, даже слабой. Это указывает на то, что необходимо использовать иные математические функции: криволинейные или нелинейные.

Таблица 2 – Апробация блок-программы по определению гематологического профиля поросят на дорастивании

Среднесуточный прирост, г	200	250	300	350	400
1	2	3	4	5	6
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,32	5,25	5,17	5,10	5,02
Гемоглобин, г/л	9,75	9,49	9,23	8,98	8,72
Лейкоциты, $10^9/л$	9,26	9,15	9,04	8,93	8,82
Холестерин, ммоль/л	2,36	2,38	2,40	2,42	2,44
Триглицериды, ммоль/л	0,83	0,89	0,95	1,01	1,08
Бета-липопротеиды, ммоль/л	0,36	0,35	0,33	0,31	0,30
Глюкоза, ммоль/л	5,74	6,23	6,72	7,21	7,70
Сиаловые кислоты, ед. опт. плотности	26,04	26,75	27,46	28,17	28,88
Общий белок, г/л	66,65	64,30	61,95	59,60	57,25
Альбумины, всего, г/л	27,57	26,94	26,31	25,68	25,05
Альфа-глобулины, г/л	10,13	9,54	8,95	8,37	7,78
Бета-глобулины, г/л	10,76	10,20	9,63	9,07	8,51
Гамма-глобулины, г/л	18,04	17,50	16,96	16,41	15,87
Глобулины, всего, г/л	38,91	37,23	35,54	33,85	32,17
Альбумины, всего, %	41,40	41,99	42,57	43,15	43,73
Альфа-глобулины, %	15,25	14,85	14,46	14,06	13,66
Бета-глобулины, %	16,32	15,96	15,59	15,22	14,85
Гамма-глобулины, %	27,04	27,22	27,40	27,58	27,77
Глобулины, всего, %	58,60	58,03	57,46	56,88	56,31
Мочевина, ммоль/л	5,90	5,78	5,67	5,55	5,44
Мочевая кислота, ммоль/л	41,49	37,86	34,23	30,60	26,97
Креатинин, мкмоль/л	110	107	105	102	100
Общий билирубин, мкмоль/л	14,83	14,03	13,23	12,42	11,62
Прямой билирубин, мкмоль/л	6,38	5,94	5,51	5,07	4,63
Аланинаминотрансфераза, ИЕ/л	31,15	29,36	27,56	25,77	23,98
Аспаратаминотрансфераза, ИЕ/л	40,12	38,80	37,49	36,18	34,87
Лактатдегидрогеназа, ИЕ/л	852	680	508	336	165

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Щелочная фосфатаза, ИЕ/л	113	115	116	118	120
Гамма-глутамилтрансфераза, ИЕ/л	35,84	32,80	29,77	26,74	23,70
Креатинкиназа, ИЕ/л	522	512	503	494	484
Амилаза, ИЕ/л	83,61	84,40	85,19	85,97	86,76
Кальций, ммоль/л	3,21	3,14	3,07	3,00	2,93
Фосфор, ммоль/л	3,87	3,84	3,80	3,77	3,73
Медь, мкмоль/л	3,89	3,80	3,70	3,61	3,52
Железо, ммоль/л	5,53	5,46	5,40	5,34	5,27
Кобальт, мкмоль/л	0,29	0,33	0,38	0,42	0,47
Марганец, мкмоль/л	2,94	2,97	3,00	3,03	3,06
Цинк, мкмоль/л	4,11	4,22	4,34	4,46	4,57
Имуноглобулин G, мг/дл	337	305	272	240	208
Имуноглобулин M, мг/дл	69,82	68,48	67,14	65,80	64,46
Бактерицидная активность, %	20,11	20,64	21,17	21,71	22,24
Лизоцимная активность, %	21,37	21,38	21,38	21,38	21,38
Нормальных агглютининов, титр	6,83	6,56	6,29	6,02	5,75
Фагоцитарная активность	50,26	44,87	39,49	34,10	28,71
Фагоцитарное число	4,34	3,67	3,00	2,33	1,66
Фагоцитарный индекс	8,77	8,11	7,45	6,79	6,13
Фагоцитарная емкость	97,27	87,91	78,54	69,18	59,81

С увеличением среднесуточного прироста у поросят в возрасте 10 недель отмечаются различные тренды в динамике морфологических и биохимических показателей крови, а также естественной резистентности организма. В частности, при повышении среднесуточных приростов у поросят на дорацивании снижаются следующие данные: эритроциты, гемоглобин, лейкоциты, бета-липопротеиды, общий белок, альбумины, альфа-глобулины, бета-глобулины, гамма-глобулины, глобулины, альфа-глобулины (%), бета-глобулины (%), глобулины (%), мочевины, мочевиная кислота, общий билирубин, прямой билирубин, аланинаминотрансфераза, аспаратаминотрансфераза, лактатдегидрогеназа, щелочная фосфатаза, гамма-глутамилтрансфераза, креатинкиназа, кальций, фосфор, медь, железо, иммуноглобулин G, иммуноглобулин M, нормальных агглютининов, фагоцитарная активность, фагоцитарное число, фагоцитарный индекс, фагоцитарная емкость. При этом отмечается увеличение следующих параметров: холестерин, триглицериды, глюкоза, сиаловые кислоты, альбумины, гамма-глобулины (%), креатинин, амилаза, кобальт, марганец, цинк, бактерицидная актив-ность, лизоцимная активность.

Тенденции гематологических показателей, установленные как естественно текущие процессы, отличаются от трендов, которые указывают ученые-зоотехники при постановке научно-хозяйственных экспериментов по воздействию на опытные группы различных техно-

логических факторов [3]. Например, в опытных группах при увеличении среднесуточных приростов исследователи отмечают повышение количества эритроцитов и гемоглобина. В обосновании механизма повышения приростов ученые приходят к выводу, что именно повышение этих морфологических параметров плодотворно влияет на увеличение продуктивности, т. к. по устоявшейся практике зоотехнической терминологии они являются «индикаторами» интенсификации обменных процессов у подопытных животных.

На наш взгляд, судить о механизме формирования продуктивности по 5-8 гематологическим показателям, как обычно это делают исследователи в области зоотехнии, а тем более по двум – эритроциты и гемоглобин, – не является достаточно корректным. Нельзя исключать, что увеличение отдельно взятых показателей крови у подопытных групп животных является ответной реакцией организма на стресс (кормовой, технологический и др.) и лишь опосредовано связано с механизмом формирования продуктивности.

На основе созданной базы данных разработана компьютерная программа, позволяющая по конкретным показателям гематологического профиля рассчитывать характерный среднесуточный прирост для их уровня, а также итоговый привес по животному, у которого взяты образцы крови (табл. 3).

Таблица 3 – Блок-программы по определению среднесуточного прироста поросят по значению конкретного гематологического показателя

	А	В	С
1	2	3	4
1			Среднесуточный прирост, г
2	Эритроциты, $10^{12}/л$	5,65	=663,0414-68,9382*B2
3	Гемоглобин, г/л	10,6	=623,2374-34,3594*B3
4	Лейкоциты, $10^9/л$	9,2	=328,0925-2,30585*B4
5	Холестерин, ммоль/л	2,68	=241,9279+27,19277*B5
6	Триглицериды, ммоль/л	0,73	=181,3575+130,9706*B6
7	Бета-липопротеиды, ммоль/л	0,3	=330,8907-72,0762*B7
8	Глюкоза, ммоль/л	5,36	=128,1693+26,35809*B8
9	Сиаловые кислоты, ед. опт. плотности	22	=233,833+2,664708*B9
10	Общий белок, г/л	60	=534,9234-3,69512*B10
11	Альбумины, всего, г/л	25,1	=450,9018-5,47693*B11
12	Альфа-глобулины, г/л	8,7	=581,2041-30,8867*B12
13	Бета-глобулины, г/л	9,8	=623,207-33,0808*B13
14	Гамма-глобулины, г/л	16,4	=492,527-10,976*B14
15	Глобулины, всего, г/л	34,9	=578,0365-7,67162*B15
16	Альбумины, всего, %	41,8	=-1592,84+44,54806*B16
17	Альфа-глобулины, %	14,5	=1176,913-60,3909*B17
18	Бета-глобулины, %	16,4	=1369,947-68,4021*B18
19	Гамма-глобулины, %	27,3	=-141,975+16,37876*B19

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
20	Глобулины, всего, %	58,2	=2894,633-45,0981*B20
21	Мочевина, ммоль/л	6,7	=371,1295-11,2948*B21
22	Мочевая кислота, ммоль/л	20	=347,8864-1,20482*B22
23	Креатинин, мкмоль/л	109	=841,8694-5,092*B23
24	Общий билирубин, мкмоль/л	10,3	=343,0746-2,72989*B24
25	Прямой билирубин, мкмоль/л	2,9	=330,2686-4,22325*B25
26	Аланинаминотрансфераза, ИЕ/л	36	=463,8284-5,73343*B26
27	Аспартатаминотрансфераза, ИЕ/л	35	=361,2357-1,44638*B27
28	Лактатдегидрогеназа, ИЕ/л	1271	=378,798-0,14789*B28
29	Щелочная фосфатаза, ИЕ/л	107	=260,4269+0,39999*B29
30	Гамма-глутамилтрансфераза, ИЕ/л	44	=370,0936-2,14142*B30
31	Креатинкиназа, ИЕ/л	410	=318,2109-0,0222*B31
32	Амилаза, ИЕ/л	81	=-92,8725+4,691187*B32
33	Кальций, ммоль/л	3,3	=565,7257-84,4851*B33
34	Фосфор, ммоль/л	4,0	=581,184-72,1449*B34
35	Медь, мкмоль/л	4,1	=432,6073-33,9671*B35
36	Железо, ммоль/л	6,2	=398,4243-16,9132*B36
37	Кобальт, мкмоль/л	0,17	=238,6743+179,3762*B37
38	Марганец, мкмоль/л	2,5	=264,2621+14,32687*B38
39	Цинк, мкмоль/л	4,3	=193,1759+26,19194*B39
40	Иммуноглобулин G, мг/дл	385	=384,0328-0,28616*B40
41	Иммуноглобулин M, мг/дл	67,2	=335,5646-0,42242*B41
42	Бактерицидная активность, %	16,9	=-8,11356+14,76588*B42
43	Лизоцимная активность, %	20,5	=307,6894-0,01889*B43
44	Нормальных агглютининов, титр	5	=338-4,91429*B44
45	Фагоцитарная активность	47	=424,3126-3,15879*B45
46	Фагоцитарное число	4,34	=431,6489-43,9481*B46
47	Фагоцитарный индекс	9,22	=579,2084-37,5349*B47
48	Фагоцитарная емкость	57,6	=529,4984-2,92567*B48
49	Итоговый среднесуточный прирост, г		=CP3НАС(C2:C48)

Установленные тренды, вероятно, указывают на наличие в организме свиней сложных компенсаторных механизмов, участвующих в формировании продуктивности молодняка, в частности такого важнейшего зоотехнического параметра, которым является среднесуточный прирост.

**Заключение.** Таким образом, разработана компьютерная программа расчета гематологического профиля поросят на дорацивании в зависимости от их среднесуточных приростов в этот период, а также обратный расчет, т. е. по показателям крови вычисляется привес поросят-отъемышей. Установлено, что увеличение среднесуточного прироста характеризуется снижением количества одних морфологических, биохимических показателей крови и естественной резистентности организма свиней и повышением других.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Соляник, В. В. Математическое описание суточных изменений показателей крови свиноматок в супоросный и подсосный периоды / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Научный фактор в стратегии инновационного развития свиноводства : сб. материалов XXII Междунар. науч.-практ. конф. (9-11 сент. 2015 г.). – Гродно : ГГАУ, 2015. – С. 388-399.
2. Соляник, В. В. Компьютерное моделирование изменения морфо-биохимических показателей крови и естественной резистентности организма супоросных и подсосных свиноматок / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Свиноводство : міжвідомчий тематичний науковий збірник Інституту свинарства і АПВ НААН. – Полтава, 2014. – Вип. 65. – С. 209-215.
3. Соляник, А. В. Использование биологически активных веществ для повышения продуктивности и естественной резистентности свиноматок : монография / А. В. Соляник, В. В. Соляник, Т. В. Соляник. – Минск : Бестпринт, 2002. – 179 с.

УДК 636.2.053:615.28(476)

### ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА LUBISAN НА МИКРОФЛОРУ ПОДСТИЛКИ ТЕЛЯТ

**А. М. Тарас, Е. А. Добрук, П. П. Мордечко, Н. И. Таранда,  
В. В. Касперович, С. Л. Ситько**

УО «Гродненский государственный аграрный университет»  
г. Гродно, Республика Беларусь  
(Республика Беларусь, 230008, г. Гродно, ул. Терешковой, 28  
e-mail: ggau@ggau.by)

***Ключевые слова:** дезсредства, Lubisan, питательные среды, микроорганизмы, подстилка телят.*

***Аннотация.** Исследования показали, что дезсредство Lubisan обладает не только подсушивающим эффектом при регулярной обработке подстилки при выращивании телят, но и значительно сокращает контаминацию подстилки разными микроорганизмами, включая представителей бактерий группы кишечной палочки.*

### INFLUENCE OF UBISAN PREPARATION ON BACTERIAL FLORA OF BEDDING FOR CALVES

**A. Taras, E. Dobruk, P. Mordechko, N. Taranda, V. Kasperovich,  
S. Sitko**

EI «Grodno State Agrarian University»  
(Belarus, Grodno, 230008, 28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

***Key words:** disinfectants, Lubisan, breeding ground, microorganisms, bedding for calves.*