

DOI: 10.37925/0039-713X-2022-7-23-27

УДК 636.02/636.03/636.4.033

Разработка программного обеспечения для расчета признаков кормового поведения в свиноводстве

А.А. БЕЛОУС, кандидат биолог. наук, старший научный сотрудник, e-mail: belousa663@gmail.com, ФГБНУ ФИЦ ВИЖ имени Л.К. Эрнста

В настоящее время создание современных управленческих систем является актуальным и неотъемлемым процессом ведения учета данных. В статье представлено спроектированное и разрабатываемое программное обеспечение для учета параметров, полученных с автоматических кормовых станций индивидуального откорма, и расчета кормового поведения на примере свиней породы дюрок. Такая программа в последующем поможет вести вычисления большого массива информации, уточнить конверсию корма, признаки эффективности использования корма и, следовательно, повысить экономические показатели в свиноводстве.

Ключевые слова: программное обеспечение, автоматические кормовые станции, кормовое поведение, прогнозируемое остаточное потребление корма, свиньи породы дюрок.

Development of software for calculation of signs of feeding behavior in pig-breeding

A.A. BELOUS, candidate of biological sciences, senior researcher, e-mail: belousa663@gmail.com, Federal Research Center for Animal Husbandry named after academy member L.K. Ernst

At present, the development of modern management systems is an urgent and integral process of introducing data accounting. The article presents the designed and developed software for taking into account indicators obtained from automatic feeding stations for individual fattening and calculating feeding behavior, using the example of Duroc pigs. This program will subsequently help to calculate a large amount of data, clarify feed conversion, signs of feed efficiency and improve economic performance in pig production.

Key words: software, automatic feeding stations, feeding behavior, predicted residual feed intake, Duroc pigs.

■ Введение

Повышение эффективности использования корма является одной из важнейших задач в свиноводстве, поскольку на кормление приходится значительная часть производственных затрат. Генетическое улучшение таких показателей является одной из стратегий, применяемых для снижения затрат на кормление. Вместе с тем простой отбор на более низкое потребление корма проблематичен из-за сильной генетической связи между потреблением корма и продуктивными характеристиками [1].

В последнее время автоматические кормушки стали популярными для сбора информации о ежесуточном потреблении корма, что позволяет оценивать ежедневные колебания потребления корма и

другие характеристики, в частности продолжительность пребывания у кормушки. Такие продольные данные можно использовать в качестве индикатора устойчивости. Устойчивость – это способность животного подвергаться минимальному влиянию нарушений или быстро возвращаться в состояние, преобладавшее до воздействия нарушения [2–4]. Характер ежедневных колебаний, полученных на основе продольных данных, может быть выражен в виде изменений в общей продуктивности свиней при допущении, что свиньи постоянно подвергаются неизвестному беспокойству. Например, у свиней с низкими колебаниями общая производительность практически не меняется и они считаются очень устойчивыми животными [4–7].

Данные исследования показали, что ежедневные колебания в потреблении корма и продолжительности пребывания у кормушки у свиней были умеренно наследственными и имели благоприятную генетическую корреляцию со смертностью и уровнем лечения в естественных сложных условиях. Полученные результаты указывают на то, что признаки устойчивости могут быть выражены в виде ежедневных колебаний показателей кормления. Однако мало что известно о генетическом влиянии признаков устойчивости в популяциях чистокровных свиней, в то время как на помесных свиньях было проведено несколько исследований [5, 6]. Кроме того, генетическое улучшение как эффективности кормления, так и

	uid	n_station	n_group	curr_n_station	curr_uid	date	arrival_date	empty	departure_date	duration	amount	front_w	back
3	982091064917343	82	82	82	982091064917343	22.02.2021	22.02.2021 0:11	NaN	22.02.2021 0:26	870	253	0	
4	982091064917343	82	82	82	982091064917343	22.02.2021	22.02.2021 2:29	NaN	22.02.2021 2:31	119	12	0	
5	982091064917343	82	82	82	982091064917343	22.02.2021	22.02.2021 3:42	NaN	22.02.2021 3:53	641	192	0	
6	982091064917343	82	82	82	982091064917343	22.02.2021	22.02.2021 9:00	NaN	22.02.2021 9:13	792	192	0	
7	982091064917343	82	82	82	982091064917343	22.02.2021	22.02.2021 10:06	NaN	22.02.2021 10:07	74	7	0	
...	
21859	982091064917565	82	82	82	982091064917565	19.04.2021	19.04.2021 12:14	NaN	19.04.2021 12:16	126	105	0	
21860	982091064917565	82	82	82	982091064917565	19.04.2021	19.04.2021 12:16	NaN	19.04.2021 12:16	25	22	0	
21861	982091064917565	82	82	82	982091064917565	19.04.2021	19.04.2021 12:16	NaN	19.04.2021 12:19	167	142	0	
21862	982091064917565	82	82	82	982091064917565	19.04.2021	19.04.2021 17:20	NaN	19.04.2021 17:23	236	168	0	
21863	982091064917565	82	82	82	982091064917565	19.04.2021	19.04.2021 17:24	NaN	19.04.2021 17:35	646	627	0	

21861 rows x 15 columns

Примечание: uid – индивидуальный номер животного, n_station – номер станции, n_group – номер группы, curr_n_station – номер станции, curr_uid – номер чина, date – дата посещения, arrival_date – дата входа животного на станцию, empty – пустая колонка, departure_date – дата выхода животного со станции.

Рис. 1. Структура автоматической кормовой станции

характеристик сопротивляемости может быть возможным с использованием ежедневных записей о потреблении корма, получаемых автоматическими кормушками.

В селекционной работе программы разведения хряков-производителей (например, свиней породы дюрок) в первую очередь сосредоточены на улучшении показателей продуктивности и качества мяса, в то время как программы разведения линий маток (в частности, свиней крупной белой породы и породы ландрас) в основном сосредоточены на улучшении показателей продуктивности и воспроизводства. Поскольку программы разведения различаются в зависимости от породы свиней, генетический фон характеристик эффективности кормления и устойчивости также может различаться в зависимости от породы.

Показатели кормового поведения представляют собой практически неиспользованный ресурс и рассматриваются сегодня в качестве дополнительных признаков для включения в программы селекции свиней [8–10].

В России был проведен ряд исследований кормового поведения на свиньях породы дюрок (n=766) и ландрас (n=155). Были получены значимые результаты по изучению и сравнению генетической и фенотипической взаимосвязи параметров кормового поведения [11, 12].

Цель исследований – разработать программное обеспечение по расчету показателей кормового поведения свиней, полученных с автоматических кормовых станций.

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на базе ООО СГЦ «Топ Ген» (Воронежская обл., п. Верхняя Хава). Первичные данные для последующего расчета кормового поведения и создания тестового программного обеспечения были получены с автоматических кормовых станций Schauer (Австрия) индивидуального тестового откорма свиней породы дюрок. Ежедневные показатели с фидлотов (дата, время посещения, длительность посещения, количество съеденного корма, живая масса) позволили рассчитать кормовое поведение каждого индивидуума за период откорма при условии получения не менее 60% информации.

Использовались следующие показатели кормового поведения свиней: ADFI (г/сут.) – среднесуточное потребление корма; TPD (мин./сут.) – время нахождения на кормовой станции в сутки; NVD (ед.) – количество посещений фидлота в сутки; FPV (г) – средняя поедаемость корма за одно посещение фидлота; FR (г/ед.) – степень потребления корма; TPV (мин.) – среднее время пребывания

на станции за один раз; BW₀ (кг) – начальная живая масса; BW₁ (кг) – конечная живая масса.

Код программы Energy Pig прописывался на языке программирования Python 3.10 (версия от 08.10.2021) со всеми необходимыми библиотеками.

Результаты исследований и обсуждение

Тестовый запуск программы Energy Pig состоялся на 14 головах свиней породы дюрок, которые прошли откорм на автоматической кормовой станции.

Получение необходимых и верных результатов происходит в несколько действий.

В первую очередь происходит загрузка файла с кормовой станции в рабочее пространство и из нее структурируется следующая информация – индивидуальный номер животного, номер станции (группы), дата постановки или снятия, количество съеденного корма, время захода или выхода со станции, длительность приема пищи (рис. 1).

Общий вид кода первой части:

```
m_cols = ['uid', 'n_station', 'n_group', 'curr_n_station', 'curr_uid', 'date', 'arrival_date', 'empty', 'departure_date', 'duration', 'amount', 'front_w', 'back_w', 'animal_name', 'stamp']
df_consumption = pd.read_csv('C:/Users/VIJ/Desktop/MLP – pac-
```

animal_name	date	duration	amount
3	1 2021-02-22	14.50	253
5	1 2021-02-22	10.68	192
6	1 2021-02-22	13.20	192
10	1 2021-02-22	6.87	123
11	1 2021-02-22	11.80	215
...
21857	14 2021-04-19	0.58	30
21859	14 2021-04-19	2.10	105
21861	14 2021-04-19	2.78	142
21862	14 2021-04-19	3.93	168
21863	14 2021-04-19	10.77	627

12237 rows x 4 columns

Рис. 2. Вид базы подходов животных на кормовую станцию

animal_name	date	TPD	ADFI	NVD	TPN	FR	FPV
1	2021-02-22	69.08	1285	6	11.51	18.60	214.17
	2021-02-23	73.30	1371	7	10.47	18.70	195.86
	2021-02-24	59.42	1161	5	11.88	19.54	232.20
	2021-02-25	58.01	1025	6	9.67	17.67	170.83
	2021-02-26	39.00	678	5	7.80	17.38	135.60
...
14	2021-04-15	59.66	3072	15	3.98	51.49	204.80
	2021-04-16	73.79	3992	21	3.51	54.10	190.10
	2021-04-17	50.96	2861	14	3.64	56.14	204.36
	2021-04-18	71.54	4069	21	3.41	56.88	193.76
	2021-04-19	55.01	2911	19	2.90	52.92	153.21

798 rows x 6 columns

Примечание. Здесь и далее: расшифровка аббревиатуры указана в разделе «Материалы и методы исследований».

Рис. 3. Первичный расчет показателей кормового поведения

код ст. 82 22.02.2021-20.04.2021.csv',
 sep=';', encoding='cp1251', names=m_cols)
 df_consumption = df_consumption.
 iloc[3:df_consumption.shape[0]-3, :]

После загрузки файла программа удаляет животных, имеющих количество информации менее 60% от всего периода откорма, и нивелирует показатели потребления корма менее 30 г за посещение (рис. 2). Для расчета 60% информации берется среднее число дней откорма по станции.

```

Общий вид кода второй части:
df = df_consumption.loc[:, ['animal_name', 'date', 'duration', 'amount']]
df.duration = pd.to_numeric(df.duration)
df.amount = pd.to_numeric(df.amount)
df['duration'] = np.round(df['duration'] / 60, 0, 2)
df['date'] = pd.to_datetime(df['date'], format='»%d.%m.%Y»).dt.date
df = df.loc[df.amount > 29]
period = (data_animal['finish_check'] - data_animal['first_date']).dt.days
df = df.loc[df['number_of_days'] > 0.59 * period]
    
```

Следующим этапом является распределение и расчет показателей кормового поведения животных. Группируем животных по дате посещения и суммируем по каждому дню тестового периода индивидуально каждый показатель кормового поведения, а именно: среднесуточное потребление корма, количество съе-

денного корма за период откорма, количество дней откорма, время нахождения на кормовой станции в сутки, время пребывания на кормовой станции за период откорма, количество посещений фидлота в сутки, средняя поедаемость корма за одно посещение, степень потребления корма, среднее время пребывания на станции за один раз (рис. 3).

```

Общий вид кода третьей части:
df = df.groupby(['animal_name', 'date']).agg(sum).sort_values(by=['animal_name', 'date'], ascending=True)
df['NVD'] = pd.DataFrame({'count': df.groupby(['animal_name',
    
```

```

'date']).size()).sort_values(by=['animal_name', 'date'], ascending=True)
df['TPN'] = np.round(df['duration'] / df['NVD'], 2)
df['FR'] = np.round(df['amount'] / df['duration'], 2)
df['FPV'] = np.round(df['amount'] / df['NVD'], 2)
df.rename(columns = {'duration': 'TPD', 'amount': 'ADFI'}, inplace = True)
    
```

Рассчитываем количество дней посещения за тестовый откорм, суммируем исследуемые показатели по каждому животному (рис. 4).

animal_name	TPD	ADFI	NVD	TPN	FR	FPV	number_of_days
1	3067.89	124332	1051	224.01	2389.62	7985.02	57
2	4189.68	127597	1114	298.28	1779.73	7550.18	57
3	3755.38	134667	771	317.35	2026.01	10570.22	57
4	4067.46	137239	867	309.03	1890.41	9406.94	57
5	3377.19	138019	1559	156.51	2277.35	5557.21	57
6	3154.25	126073	694	398.67	2313.79	13776.69	57
7	3262.25	162160	831	270.03	2837.93	12309.91	57
8	2967.46	115276	1389	167.33	2223.10	5661.84	57
9	3304.09	124854	740	298.83	2138.83	10625.18	57
10	4032.28	120607	651	483.28	1745.33	11984.11	57
11	3260.09	160881	812	270.48	2774.43	12410.78	57
12	2894.76	120005	635	285.11	2356.72	11138.87	57
13	4633.99	103163	480	618.96	1211.54	12975.93	57
14	3465.82	140333	643	350.48	2281.42	13100.24	57

Рис. 4. Сумма показателей по каждому животному

	TPD	ADFI	NVD	TPN	FR	FPV	number_of_days
animal_name							
1	53.82	2181.26	18.44	3.93	41.92	140.09	57
2	73.50	2238.54	19.54	5.23	31.22	132.46	57
3	65.88	2362.58	13.53	5.57	35.54	185.44	57
4	71.36	2407.70	15.21	5.42	33.17	165.03	57
5	59.25	2421.39	27.35	2.75	39.95	97.49	57
6	55.34	2211.81	12.18	6.99	40.59	241.70	57
7	57.23	2844.91	14.58	4.74	49.79	215.96	57
8	52.06	2022.39	24.37	2.94	39.00	99.33	57
9	57.97	2190.42	12.98	5.24	37.52	186.41	57
10	70.74	2115.91	11.42	8.48	30.62	210.25	57
11	57.19	2822.47	14.25	4.75	48.67	217.73	57
12	50.79	2105.35	11.14	5.00	41.35	195.42	57
13	81.30	1809.88	8.42	10.86	21.26	227.65	57
14	60.80	2461.98	11.28	6.15	40.02	229.83	57

Рис. 5. Средние значения кормового поведения

Общий вид кода четвертой части:

```
number_of_days=pd.DataFrame(
    {'count': df.groupby(['animal_name']).size()}).sort_values(by=['animal_name'], ascending=True)
df['number_of_days'] = number_of_days['count']
df = df.groupby(['animal_name']).agg(sum).sort_values(by=['animal_name'], ascending=True)
```

Следующим этапом находим средние значения за весь тестовый период откорма по каждому изучаемому признаку (рис. 5).

Общий вид кода пятой части:

```
df['TPD'] /= number_of_days['count']
df['ADFI'] /= number_of_days['count']
df['NVD'] /= number_of_days['count']
df['TPN'] /= number_of_days['count']
df['FR'] /= number_of_days['count']
df['FPV'] /= number_of_days['count']
df = np.round(df, 2)
```

Подгружаем вторую таблицу с кормовой станции, в которой находятся числовые значения начальной и конечной живой массы (рис. 6).

Общий вид кода шестой части:

```
n_cols = ['uid', 'curr_uid', 'animal_name', 'n_group', 'curr_n_station', 'fasting', 'empty', 'day', 'curve', 'max_amount', 'stamp', 'empty2', 'first_date', 'start_check', 'BW0', 'actually_date', 'actually_weight', 'finish_check', 'BW1', 'last_date']
data_animal = pd.read_csv('C:/Users/VII/Desktop/MLP - список животных см 82 22.02.2021-20.04.2021.csv', sep=';', encoding='cp1251', names=n_cols)
data_animal = data_animal.iloc[3:data_animal.shape[0]-3, :]
```

По итогу интеграции файлов, взятых с автоматических кормовых станций и из расчета кормового поведения свиней, получаем таблицу, имеющую достаточную смысловую нагрузку для последующего ее объединения со значениями, содержащимися в бонитировочных ведомостях (табл.).

По тестовому расчету были получены следующие вариации по изучаемым показателям: время нахождения на кормовой станции в сутки – от 50,8 до 81,3 мин.; среднесуточное потребление корма – от 1810 до 2823 г/сут.; количество посещений фидлота в сутки – от 8 до 27 ед.; степень потребления корма – от 21 до 50 г/ед.; средняя поедаемость корма за одно посещение – от 98 г до 242 г; период тестового откорма – 57 дней; начальная живая масса – от 39 кг до 65 кг; конечная живая масса – от 95 кг до 139 г.

	uid	curr_uid	animal_name	n_group	curr_n_station	fasting	empty	day	curve	max_amount	stamp	empty2	first_date	start_
3	982091064917549	982091064917549		8	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
4	982091064917564	982091064917564		13	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
5	982091064917527	982091064917527		2	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	22.02.2021 22.0
6	982091064917555	982091064917555		11	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
7	982091064917546	982091064917546		7	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
8	982091064917556	982091064917556		12	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
9	982091064917343	982091064917343		1	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
10	982091064917544	982091064917544		6	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
11	982091064917554	982091064917554		10	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
12	982091064917541	982091064917541		5	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
13	982091064917539	982091064917539		4	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
14	982091064917538	982091064917538		3	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
15	982091064917550	982091064917550		9	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0
16	982091064917565	982091064917565		14	82	82	Unchecked	59	NaN	0	0	NaN	NaN	21.02.2021 22.0

Рис. 6. Таблица с итоговыми значениями живой массы свиней

Таблица. Выгрузка итоговой таблицы из программы (на примере 14 голов свиней породы дюрок)

animal_name	TPD	ADFI	NVD	TPN	FR	FPV	ND	BW ₀	BW ₁
1	52,06	2022,39	24,37	2,94	39	99,33	57	51,3	110,4
2	81,3	1809,88	8,42	10,86	21,26	227,65	57	55,2	95
3	73,5	2238,54	19,54	5,23	31,22	132,46	57	38,9	103,1
4	57,19	2822,47	14,25	4,75	48,67	217,73	57	61,7	133,9
5	57,23	2844,91	14,58	4,74	49,79	215,96	57	65	139,3
6	50,79	2105,35	11,14	5,00	41,35	195,42	57	56,3	110,5
7	53,82	2181,26	18,44	3,93	41,92	140,09	57	52	111,4
8	55,34	2211,81	12,18	6,99	40,59	241,7	57	54	111,4
9	70,74	2115,91	11,42	8,48	30,62	210,25	57	41,6	105,5
10	59,25	2421,39	27,35	2,75	39,95	97,49	57	55,8	119
11	71,36	2407,7	15,21	5,42	33,17	165,03	57	59,9	121,9
12	65,88	2362,58	13,53	5,57	35,54	185,44	57	52,7	114,9
13	57,97	2190,42	12,98	5,24	37,52	186,41	57	45,8	106,2
14	60,8	2461,98	11,28	6,15	40,02	229,83	57	57,1	123,7

■ Заключение

Данные о свиньях собираются с автоматических кормовых станций, хранятся и пополняются ежедневно [13]. Проблема, которая была решена, заключается в автоматизации и скорости расчета показателей с целью получения точной, своевре-

менной и объективной информации и необходимых результатов. Разработанный блок программного обеспечения Energy Pig и его тестовый запуск продемонстрировал, что он позволяет проводить индивидуальное вычисление показателей кормового поведения свиней за минимальное

количество времени с нивелированием человеческого фактора, тем самым уменьшая вероятность ошибки.

Исследования выполнены в рамках Государственного задания Минобрнауки России №0445-2021-0016

Литература

1. Homma C. Estimation of genetic parameter for feed efficiency and resilience traits in three pig breeds/C. Homma, K. Hirose, T. Ito, M. Kamikawa, S. Toma, S. Nikaido, M. Satoh, Y. Uemoto. *Animal*, 2021. Vol. 15. Issue 11. 100384. DOI: 10.1016/j.animal.2021.100384.
2. Colditz I.G. Resilience in farm animals: Biology, management, breeding and implications for animal welfare/I.G. Colditz, B.C. Hine. *Animal Production Science*, 2016. 56:1961–1983. DOI: 10.1071/AN15297.
3. Scheffer M. Quantifying resilience of humans and other animals/M. Scheffer, J.E. Bolhuis, D. Borsboom, T.G. Buchman, S.M.W. Gijzel, D. Gousson, J.E. Kammenga, B. Kemp, I.A. van de Leemput, S. Levin, C.M. Martin, R.J.F. Melis, E.H. van Nes, L.M. Romero, M.G.M. Olde Rikkert. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2018. 115(47):11883–11890. DOI: 10.1073/pnas.1810630115.
4. Berghof T.V.L. Opportunities to improve resilience in animal breeding programs/T.V.L. Berghof, M. Poppe, H.A. Mulder. *Frontiers in Genetics*, 2019. 9:692. DOI: 10.3389/fgene.2018.00692.
5. Putz A.M. Novel resilience phenotypes using feed intake data from a natural disease challenge model in wean-to-finish pigs/A.M. Putz, J.C.S. Harding, M.K. Dyck, F. Fortin, G.S. Plastow, J.C.M. Dekkers. *PigGen Canada. Frontiers in Genetics*, 2019. 9:660. DOI: 10.3389/fgene.2018.00660.
6. Cheng J. Genetic analysis of disease resilience in wean-to-finish pigs from a natural disease challenge model/J. Cheng, A.M. Putz, J.C.S. Harding, M.K. Dyck, F. Fortin, G.S. Plastow, PigGen Canada, J.C.M. Dekkers. *Journal of Animal Science*, 2020. 98:1–14. DOI: 10.1155/2020/9017239.
7. Poppe M. Exploration of variance, autocorrelation, and skewness of deviations from lactation curves as resilience indicators for breeding/M. Poppe, R.F. Veerkamp, M.L. Van Pelt, H.A. Mulder. *Journal of Dairy Science*, 2020. 103:1667–1684. DOI: 10.3168/jds.2019-17290.
8. Сермягин А.А. Показатели кормового поведения как новые селекционные признаки в разведении свиней/А.А. Сермягин, А.А. Белоус, Е.А. Требунских, Н.А. Зиновьева. *Сельскохозяйственная биология*, 2020. Т. 55. №6. С. 1126–1138. DOI: 10.15389/agrobiology.2020.6.1126rus.
9. Baumung R. Feed intake behavior of different pig breeds during performance testing on station/R. Baumung, G. Lercher, A. Willam, J. Sölkner. *Dummerstorf: Arch. Tierz.*, 2006. 49(1):77–88. DOI: 10.5194/aab-49-77-2006.
10. Do D.N. Genetic parameters for different measures of feed efficiency and related traits in boars of three pig breeds/D.N. Do, A.B. Strathe, J. Jensen, T. Mark, H.N. Kadarmideen. *Journal of Animal Science*, 2013. 91(9):79–4069. DOI: 10.2527/jas.2012-6197.
11. Белоус А.А. Сравнительное исследование особенностей кормового поведения свиней пород ландрас и дюрок/А.А. Белоус, Е.А. Требунских. *Достижения науки и техники АПК*, 2021. №35–10. С. 60–65. DOI: 10.53859/02352451_2021_35_10_61.
12. Белоус А.А. Особенности кормового поведения хрячков породы ландрас в связи с фенотипической и генетической изменчивостью признаков/А.А. Белоус, А.А. Сермягин, Е.А. Требунских, Н.А. Зиновьева. *Свиноводство*, 2021. №6. С. 9–13. DOI: 10.37925/0039-713X-2021-6-9-13.
13. Deen J. Management in data and data analysis in swine production/J. Deen, S. Luengyosluetchakul, S. Wathnaponsark. *Chulalongkorn University, department of veterinary medicine, faculty of veterinary science: Introduction to record-keeping*, 2002. P. 96–106. ☺