

ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ И МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОТЛОЖЕНИЯ БЕЛКА И ЖИРА В СВИНИНЕ, С УЧЕТОМ СОСТАВА КОМБИКОРМОВ, И ОЦЕНКА СТОИМОСТИ ОСНОВНЫХ ПРОДУКТОВ УБОЯ ПРИ ОТКОРМЕ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ ДО РАЗЛИЧНЫХ СДАТОЧНЫХ МАСС

В. В. СОЛЯНИК, С. В. СОЛЯНИК

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160*

А. В. СОЛЯНИК, В. А. СОЛЯНИК, А. А. СОЛЯНИК

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 22.02.2024)

В научной статье представлены компьютерные блок-программы, в которых используются аппроксимационные функции, являющиеся математической формализацией выявленных закономерностей, позволяющие осуществлять имитационное моделирование зоотехнических характеристик связанных с выращиванием свиней. В частности, с помощью программ можно проводить: расчет интенсивности отложения белка и жира в тушах свиней; расчет интенсивности накопления белка в организме свиней аборигенных пород и свиней зарубежной селекции; расчет оптимального соотношения лизина и ОЭ в рационах для свиней; расчет соотношения незаменимых аминокислот и лизина в рационах для свиней (метионин + цистин усв./лизин усв., треонин усв./ лизин усв., триптофан усв./ лизин усв., валин усв./ лизин усв., изолейцин усв./ лизин усв.); расчет удельного веса НЖК в комбикормах для откорма свиней; расчет удельного веса МЖК в комбикормах для откорма свиней; расчет удельного веса ПНЖК в комбикормах для откорма свиней; расчет выхода продуктов убоя при откорме молодняка свиней различных сдаточных масс (шпик хребтовый, шпик боковой, рулька, кости, шея, длиннейшая мышца спины, тазобедренная часть, лопатка, вырезка, рёбра, грудинка с пашишкой, полутуша, туша, предубойная живая масса); расчет выхода продуктов убоя на 100 кг живой массы у откормочного молодняка (шпик хребтовый, шпик боковой, рулька, кости, шея, длиннейшая мышца спины, тазобедренная часть, лопатка, вырезка, рёбра, грудинка с пашишкой); расчет стоимости основных продуктов убоя при откорме молодняка свиней до различных сдаточных масс (шпик хребтовый, шпик боковой, рулька, кости, шея, длиннейшая мышца спины, тазобедренная часть, лопатка, вырезка, рёбра, грудинка с пашишкой, выручка за продукцию, стоимость в расчёте на 100 кг предубойной массы).

Ключевые слова: *свиньи, породы, качество свиных туш., закономерности, математическая формализация, имитационное моделирование.*

The scientific article presents computer block programs that use approximation functions, which are a mathematical formalization of the identified patterns, allowing for simulation modeling of zootechnical characteristics associated with raising pigs. In particular, with the help of programs it is possible to carry out: calculation of the intensity of protein and fat deposition in pig carcasses; calculation of the intensity of protein accumulation in the body of pigs of indigenous breeds and pigs of foreign selection; calculation of the optimal ratio of lysine and OE in diets for pigs; calculation of the ratio of essential amino acids and lysine in diets for pigs (methionine + cystine inc./lysine inc., threonine inc./lysine inc., tryptophan inc./lysine inc., valine inc./lysine inc., isoleucine inc./lysine inc.); calculation of the specific gravity of EFAs in feed for fattening pigs; calculation of the specific gravity of MFA in feed for fattening pigs; calculation of the specific gravity of PUFAs in feed for fattening pigs; calculation of the yield of slaughter products when fattening young pigs of various delivery masses (back fat, side fat, shank, bones, neck, longissimus dorsi, hip part, shoulder, tenderloin, ribs, brisket with flank, half carcass, carcass, pre-slaughter live weight); calculation of the yield of slaughter products per 100 kg of live weight in fattening young animals (back fat, side fat, shank, bones, neck, longissimus dorsi, hip, shoulder, tenderloin, ribs, brisket with flank); calculation of the cost of the main slaughter products when fattening young pigs to various delivery weights (back fat, side fat, shank, bones, neck, longissimus dorsi, hip, shoulder, tenderloin, ribs, brisket with flank), revenue for products, cost in calculation per 100 kg of pre-slaughter weight.

Key words: *pigs, breeds, quality of pork carcasses, patterns, mathematical formalization, simulation modeling.*

Введение

В зоотехнии и зоогигиене применение математического моделирования при принятии решений предполагает последовательное осуществление трех этапов исследования: первый – от исходной практической проблемы до теоретической чисто математической задачи; второй – математическое изучение и решение этой задачи; третий – переход от математических выводов обратно к практической проблеме. В области моделирования задач принятия решений, как и в иных областях применения математики, выделяют четверку проблем: задача – модель – метод – условия применимости. Задача, как правило, порождена потребностями той или иной прикладной области. При этом происходит одна из возможных математических формализаций реальной ситуации [1].

Математическая формализация задачи – это процесс выражения реальной проблемы или задачи в терминах математических понятий, символов и отношений. Это позволяет преобразовать задачу в

математическую модель, которая может быть анализирована и решена с помощью математических методов и инструментов. Математическая формализация позволяет перевести нечеткие и сложные проблемы в язык математики, который обладает строгими определениями и логическими правилами. Это упрощает анализ и решение задачи, поскольку математические методы обычно имеют четкие процедуры и алгоритмы. При математической формализации задачи обычно определяются следующие элементы: 1) переменные и параметры (Идентифицируются величины, которые представляют интерес в контексте задачи. Они могут быть числами, объектами или другими абстрактными сущностями); 2) ограничения (Определяются условия или ограничения, которым должны удовлетворять переменные. Эти ограничения могут быть линейными или нелинейными, дискретными или непрерывными); 3) целевая функция (Определяется цель или критерий, который необходимо оптимизировать или достичь в рамках задачи. Это может быть максимизация или минимизация некоторой величины). Математическая формализация позволяет точно определить задачу, ее параметры и цели, что облегчает анализ и разработку алгоритмов для ее решения. Она является важным инструментом в любой области знаний, где требуется формальное описание и решение проблем [2].

Формализация позволяет систематизировать, уточнить и методологически прояснить содержание теории, выяснить характер взаимосвязи между собой различных ее положений, выявить и сформулировать еще не решенные проблемы. Формализация как познавательный прием – в частности, формализация в узком «математическом» смысле – носит относительный характер: одна и та же теория может быть и средством формализации (некоторой другой теории и области явлений), и предметом формализации (в более «формальной» теории). Так, традиционная «формальная» логика является формализацией по отношению к совокупности отраженных в ней закономерностей человеческого мышления; по отношению же к своим (аксиоматическим) формализациям она выступает в качестве содержательной теории предмета формализации [3–6].

Таким образом, математическая формализация позволяет абстрагироваться от конкретных деталей и фокусироваться на общих свойствах и закономерностях. Это позволяет создавать обобщенные модели и теории, которые могут быть применены к различным ситуациям и проблемам [7].

Цель статьи – выявление скрытых закономерностей и математическая формализация процесса отложения белка и жира в свинине, с учетом состава комбикормов, и оценка стоимости основных продуктов убоя при откорме молодняка свиней до различных сдаточных масс.

Основная часть

Для выявления скрытых закономерностей и их математической формализации была взята информация из следующих научных публикаций: «Получаем постную свинину» [8], «Жирнокислотный состав липидной фракции комбикормов для откорма свиней» [9], «Влияние предубойной живой массы свиней на количество и качество получаемой свинины» [10].

На основе созданной нами методологии [11–13] разработаны следующие компьютерные блок-программы (табл. 1–10).

Таблица 1. Блок-программа расчета интенсивности отложения белка и жира в тушах свиней

	А	В	С
1		Возраст (29...154), дни	Живая масса (10...100), кг
2	Изменяющиеся ячейки	154	100
3	Возраст (29...154), дни	=В2	=-1,1225+3,2507*С4- 0,03469*С4^2+ 0,000178*С4^3
4	Живая масса (10...100), кг	=0,06554*В3^1,45692	=С2
5	Отложение белка, г/сут.	=-2,41833+3,10314*В3- 0,02081*В3^2+0,000039*В3^3	=14,574045*(0,987231^С4)* (С4^0,745242)
6	Отложение жира, г/сут.	=729,924289*В3^(-24,162759/В3)	=530,68614*С4^(-10,46339/С4)

Таблица 2. Блок-программа расчета интенсивности накопления белка в организме свиней разной селекции

	А	В	С
1		Возраст (29...154), дни	Живая масса (10...85), кг
2	Изменяющиеся ячейки	154	10
3	Возраст (29...154), дни	=В2	=-1,1225+3,2507*С4- 0,03469*С4^2+0,000178*С4^3
4	Живая масса (10...85), кг	=0,06554*В3^1,45692	=С2
5	Отложение белка в организме свиней аборигенных пород, г/сут	=-2,41833+3,10314*В3- 0,02081*В3^2+0,000039*В3^3	=14,574045*(0,987231^С4)* (С4^0,745242)
6	Отложение белка в организме свиней зарубежной селекции, г/сут	=19,354+2,017357*В3- 0,006848*В3^2	=17,66005*(0,993148^С4)* (С4^0,637288)

Таблица 3. Блок-программа расчета оптимального соотношения лизина и ОЭ в рационах для свиней

	А	В	С
1		Возраст (43...165), дни	Живая масса (33...115), кг
2	<i>Изменяющиеся ячейки</i>	43	33,5
3	Возраст, дни	=B2	=131,72234+319,6259* COS(0,004473*C4+4,284847)
4	Живая масса, кг	=74,221207+40,780419* COS(0,025236*B3+2,110347)	=C2
5	Лизин усв/ОЭ, %/МДж	=0,078344+0,022882* COS(0,011795*B3+0,539727)	=0,078885+0,021297* COS(0,018248*C4+0,42982)

Таблица 4. Блок-программа расчета соотношения незаменимых аминокислот и лизина в рационах для свиней

	А	В	С
1		Возраст (29...154), дни	Живая масса (10...85), кг
2	<i>Изменяющиеся ячейки</i>	43	33,5
3	Возраст (43...165), дни	=B2	=131,72234+319,6259* COS(0,004473*C4+4,284847)
4	Живая масса (33...115), кг	=74,221207+40,780419* COS(0,025236*B3+2,110347)	=C2
5	Метионин + цистин усв/ лизин усв.	=62,480812+5,662374* COS(0,007004*B3+3,097865)	=56,174067*C4^(0,000111*C4)
6	Треонин усв/ лизин усв.	=ЕСЛИ(B3<=43;60;65)	=ЕСЛИ(C4<=33,5;60;65)
7	Триптофан усв/ лизин усв.	=21,170321-0,062652*B3+ 0,000297*B3^2	=21,651086-0,099688*C4+ 0,000649*C4^2
8	Валин усв/ лизин усв.	=ЕСЛИ(B3<=43;66;70)	=ЕСЛИ(C4<=33,5;66;70)
9	Изолейцин усв/ лизин усв.	=ЕСЛИ(B3<=43;55;57)	=ЕСЛИ(C4<=33,5;55;57)

Таблица 5. Блок-программа расчета удельного веса НЖК в комбикормах для откорма свиней, %

	А	В
1	Комбикорм СК- 21 или СК-31	31
2	каприловая	=ЕСЛИ(B1=26;0,005;ЕСЛИ(B1=31;0,002))
3	каприновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,006;ЕСЛИ(B1=31;0))
4	лауриновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,03;ЕСЛИ(B1=31;0,022))
5	миристиновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,11;ЕСЛИ(B1=31;0,1))
6	пентадеценовая	=ЕСЛИ(B1=26;0,06;ЕСЛИ(B1=31;0,048))
7	пальмитиновая	=ЕСЛИ(B1=26;9,9;ЕСЛИ(B1=31;9,4))
8	маргариновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,07;ЕСЛИ(B1=31;0,07))
9	стеариновая	=ЕСЛИ(B1=26;1,9;ЕСЛИ(B1=31;1,95))
10	арахиновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,45;ЕСЛИ(B1=31;0,46))
11	генэйкоциловая	=ЕСЛИ(B1=26;0,13;ЕСЛИ(B1=31;0,71))
12	лигноцериновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,2;ЕСЛИ(B1=31;0,21))
13	бегеновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,28;ЕСЛИ(B1=31;0,27))
14	Итого НЖК	=ЕСЛИ(B1=26;13,16;ЕСЛИ(B1=31;13,26))

Таблица 6. Блок-программа расчета удельного веса МЖК в комбикормах для откорма свиней, %

	А	В
1	Комбикорм СК- 21 или СК-31	26
2	пальмитолеиновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,22;ЕСЛИ(B1=31;0,23))
3	олеиновая	=ЕСЛИ(B1=26;41,7;ЕСЛИ(B1=31;42,37))
4	гондоиновая	=ЕСЛИ(B1=26;1,05;ЕСЛИ(B1=31;0,96))
5	эруковая	=ЕСЛИ(B1=26;0,22;ЕСЛИ(B1=31;0,17))
6	нервоновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,17;ЕСЛИ(B1=31;0,21))
7	Итого МНЖК	=ЕСЛИ(B1=26;43,55;ЕСЛИ(B1=31;43,94))
8	НЖК : МНЖК	=ЕСЛИ(B1=26;0,33;ЕСЛИ(B1=31;0,3))
9	НЖК : (МНЖК + ПНЖК)	=ЕСЛИ(B1=26;0,14;ЕСЛИ(B1=31;0,15))

Таблица 7. Блок-программа расчета удельного веса ПНЖК в комбикормах для откорма свиней, %

	А	В
1	Комбикорм СК- 21 или СК-31	31
2	альфа-линоленовая	=ЕСЛИ(B1=26;5,74;ЕСЛИ(B1=31;5,61))
3	тимнодоновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,04;ЕСЛИ(B1=31;0,024))
4	докозациеновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,04;ЕСЛИ(B1=31;0,052))
5	Итого омега-3	=ЕСЛИ(B1=26;5,81;ЕСЛИ(B1=31;5,69))
6	линолеаидиновая	=ЕСЛИ(B1=26;0;ЕСЛИ(B1=31;0,032))
7	линолевая	=ЕСЛИ(B1=26;37,35;ЕСЛИ(B1=31;36,39))
8	эйкозациеновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,17;ЕСЛИ(B1=31;0,66))
9	арахидоновая	=ЕСЛИ(B1=26;0,01;ЕСЛИ(B1=31;0,06))
10	Итого омега-6	=ЕСЛИ(B1=26;37,55;ЕСЛИ(B1=31;37,15))
11	Итого ПНЖК	=ЕСЛИ(B1=26;43,36;ЕСЛИ(B1=31;42,84))
12	омега-6 : омега-3	=ЕСЛИ(B1=26;6,68;ЕСЛИ(B1=31;7,6))
13	МНЖК : ПНЖК	=ЕСЛИ(B1=26;1,1;ЕСЛИ(B1=31;1,02))

Таблица 8. Блок-программа расчета выхода продуктов убоя при откорме молодняка свиней различных сдаточных масс, кг

	А	В
1	Сдаточная масса (80...140), кг	80
2	Шпик хребтовый	$=7,7888-0,143888*B1+0,0007222*B1^2$
3	Шпик боковой	$=2,777-0,04944*B1+0,0002777*B1^2$
4	Рулька	$=-4,211+0,10444*B1-0,000444*B1^2$
5	Кости	$=1,5-0,01833*B1+0,000167*B1^2$
6	Шея	$=2,0222-0,01555*B1+0,000222*B1^2$
7	Длиннейшая мышца спины	$=0,45555+0,034444*B1-0,0001111*B1^2$
8	Тазобедренная часть	$=-6,4333+0,22833*B1-0,0008333*B1^2$
9	Лопатка	$=3,5+0,00167*B1+0,00016667*B1^2$
10	Вырезка	0,3
11	Рёбра	$=3,566-0,01167*B1+0,0001667*B1^2$
12	Грудинка с пашинкой	$=10,3222-0,10222*B1+0,0005555*B1^2$
13	Полутуша	$=21,711+0,020555*B1+0,000944*B1^2$
14	Туша	$=43,4222+0,04111*B1+0,0018889*B1^2$
15	Предубойная живая масса	$=59,288+0,40611*B1+0,0007222*B1^2$

Таблица 9. Блок-программа расчета выхода продуктов убоя на 100 кг живой массы у откормочного молодняка, %

	А	В
1	Сдаточная масса (80...140), кг	80
2	шпик хребтовый	$=14,1555-0,25222*B1+0,001222*B1^2$
3	шпик боковой	$=3,8666-0,06*B1+0,0003333*B1^2$
4	рулька	$=-5,6444+0,1677*B1-0,0007778*B1^2$
5	кости	$=2,2111-0,00777*B1+0,000111*B1^2$
6	шея	$=3,0777+0,0088*B1+0,000111*B1^2$
7	длиннейшая мышца спины	$=ЕСЛИ(В1<=110;5;1;4,8)$
8	тазобедренная часть	$=-4,722+0,3522*B1-0,001555*B1^2$
9	лопатка	$=9,611-0,00777*B1+0,000111*B1^2$
10	вырезка	0,5
11	рёбра	$=11,6555-0,080555*B1+0,0003889*B1^2$
12	грудинка с пашинкой	$=24,6-0,24*B1+0,001*B1^2$

Таблица 10. Блок-программа расчета стоимости основных продуктов убоя при откорме молодняка свиней до различных сдаточных масс, руб. (курс: 2,50 руб./доллар США)

	А	В
1	Сдаточная масса (80...140), кг	80
2	шпик хребтовый	$=1157,13-21,3633*B1+0,103133*B1^2$
3	шпик боковой	$=510,222-9,30555*B1+0,047222*B1^2$
4	рулька	$=94,85333-0,863666*B1+0,0042*B1^2$
5	кости	$=83,28-1,416*B1+0,0072*B1^2$
6	шея	$=1362,9-22,977*B1+0,11725*B1^2$
7	длиннейшая мышца спины	$=1734,61-26,116*B1+0,120633*B1^2$
8	тазобедренная часть	$=2770,098-39,7337*B1+0,191244*B1^2$
9	лопатка	$=2619,876-41,3688*B1+0,198756*B1^2$
10	вырезка	$=179,889-2,73589*B1+0,012872*B1^2$
11	рёбра	$=973,6-15,49*B1+0,073*B1^2$
12	грудинка с пашинкой	$=2381,244-37,50444*B1+0,17111*B1^2$
13	Выручка за продукцию	$=13867,708-218,8748*B1+1,046622*B1^2$
14	Стоимость в расчёте на 100 кг предубойной массы	$=550,1733-0,8628*B1+0,0073833*B1^2$
15	В % к группе 80-100 кг	$=103,466-0,15*B1+0,001333*B1^2$

Чтобы воспользоваться блок-программами их необходимо скопировать в конкретные диапазоны ячеек листа электронных таблиц MS Excel.

В исследованиях белорусских ученых, когда рассматривается вопрос влияния сдаточных масс свиней на различные параметры убоя и стоимостные оценки, не приводится информация в каком возрасте свиней убивали, что не позволяет утверждать, насколько были оптимальными среднесуточные приросты молодняка свиней.

Проведен расчет интенсивности отложения белка и жира в организме свиней разной селекции (табл. 11).

Таблица 11. Результаты имитационного моделирования по жиру и белку в тушах свиней

Показатели	Возраст, дни	Живая масса, кг	Возраст, дни	Живая масса, кг	Возраст, дни	Живая масса, кг
	30	10	90	40	154	100
Отложение белка, г/сут.	73	71	137	136	124	125
Отложение жира, г/сут.	47	48	218	202	331	328
Отложение белка в организме свиней аборигенных пород, г/сут	73	71	137	136	124	125
Отложение белка в организме свиней зарубежной селекции, г/сут	74	72	145	141	168	167

Проведен расчет оптимального соотношения лизина и ОЭ, а также незаменимых аминокислот и лизина в рационах для свиней (табл. 12).

Таблица 12. Результаты имитационного моделирования соотношений аминокислот и ОЭ в рационах свиней

Показатели	Возраст, дни	Живая масса, кг	Возраст, дни	Живая масса, кг	Возраст, дни	Живая масса, кг
	30	10	90	40	154	100
Лизин усв/ОЭ, %/МДж	0,093	0,096	0,078	0,087	0,062	0,065
Метионин + цистин усв/ лизин усв.	57	56	58	57	60	59
Треонин усв/ лизин усв.	60	60	65	65	65	65
Триптофан усв/ лизин усв.	20	21	18	19	19	18
Валин усв/ лизин усв.	66	66	70	70	70	70
Изолейцин усв/ лизин усв.	55	55	57	57	57	57

Выявленные закономерности и их математическая формализация позволило разработать аппроксимационные функции с минимальной ошибкой воспроизведения исходных данных, отраженных в научных статьях. В то же время необходимо подчеркнуть, что для повышения точности целесообразно пользоваться всем массивом первичных данных, а не статистически обработанным материалом в виде таблиц, размещенным в научной публикации.

В крайнем случае, затратив некоторое время и используя разработанную нами компьютерную программу для воссоздания «условно первичных» данных, можно в значительной степени повысить точность проектируемых аппроксимационных кривых.

Заключение

В научной статье представлены компьютерные блок-программы, в которых используются аппроксимационные функции, являющиеся математической формализацией выявленных закономерностей, позволяющие осуществлять имитационное моделирование зоотехнических характеристик связанных с выращиванием свиней.

В частности, с помощью программ можно проводить:

расчет интенсивности отложения белка и жира в тушах свиней;

расчет интенсивности накопления белка в организме свиней аборигенных пород и свиней зарубежной селекции;

расчет оптимального соотношения лизина и ОЭ в рационах для свиней;

расчет соотношения незаменимых аминокислот и лизина в рационах для свиней (метионин + цистин усв/ лизин усв., треонин усв/ лизин усв., триптофан усв/ лизин усв., валин усв/ лизин усв., изолейцин усв/ лизин усв.);

расчет удельного веса НЖК в комбикормах для откорма свиней;

расчет удельного веса МЖК в комбикормах для откорма свиней;

расчет удельного веса ПНЖК в комбикормах для откорма свиней;

расчет выхода продуктов убоя при откорме молодняка свиней различных сдаточных масс (шпик хребтовый, шпик боковой, рулька, кости, шея, длиннейшая мышца спины, тазобедренная часть, лопатка, вырезка, рёбра, грудинка с пашинкой, полутуша, туша, предубойная живая масса);

расчет выхода продуктов убоя на 100 кг живой массы у откормочного молодняка (шпик хребтовый, шпик боковой, рулька, кости, шея, длиннейшая мышца спины, тазобедренная часть, лопатка, вырезка, рёбра, грудинка с пашинкой);

расчет стоимости основных продуктов убоя при откорме молодняка свиней до различных сдаточных масс (шпик хребтовый, шпик боковой, рулька, кости, шея, длиннейшая мышца спины, тазобедренная часть, лопатка, вырезка, ребра, грудинка с пашинкой, выручка за продукцию, стоимость в расчёте на 100 кг предубойной массы).

ЛИТЕРАТУРА

1. Математическая формализация // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://studfile.net/preview/3617854/page:3>. – Дата доступа: 24.02.2024.

2. Что такое математическая формализация задачи? // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://otvetanet.ru/publ/informatika/chto_takoe_matematicheskaja_formalizacija_zadachi/4-1-0-1371. – Дата доступа: 24.02.2024.

3. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник С. В. Методология цифровизации зоотехнии и гигиены животных // Актуальные проблемы преподавания естественнонаучных и специальных дисциплин в учреждениях высшего и среднего специального образования сельскохозяйственного профиля : сборник статей по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию кафедры высшей математики и физики / редкол.: В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2020. – С. 78–81.

4. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник С. В. Теоретическая и практическая разработка специализированного программного обеспечения для свиноводства: монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 324 с.

5. Соляник В. В., Соляник С. В. Методология разработки цифровых двойников для научно-производственных процессов в зоотехнии и зооигиене // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зооигиена, содержание. – С. 224–233.
6. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник А. А. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решения в свиноводстве: монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 412 с.
7. Криптография: Определения, свойства и применение математической формализации // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nauchniestati.ru/spravka/matematiceskaya-formalizaciya/>. – Дата доступа: 24.02.2024.
8. Беляев, В. Получаем постную свинину // Животноводство России. – 2023. – ноябрь. – С. 22–23.
9. Жирнокислотный состав липидной фракции комбикормов для откорма свиней / А. А. Хоченков, А. С. Петрушко, Д. Н. Ходосовский и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2023. – № 58. – № 2. – С. 140–147.
10. Влияние предубойной живой массы свиней на количество и качество получаемой свинины / Д. Н. Ходосовский, В. И. Беззубов, А. А. Хоченков и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – № 57. – №2. – С. 258–266.
11. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник В. А. Зоотехническая статистика в электронных таблицах: монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 434 с.
12. Соляник В. В., Соляник С. В. Методика разработки математических функций от одной и двух переменных, для создания динамических моделей в области зоотехнии и зооигиены. Сб. науч. тр. – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2013. – Т. 48, ч. 2. – С. 232–245.
13. Соляник В. В., Соляник С. В. Цифровой двойник методики объективного контроля технологии производства животноводческой продукции (на примере свиноводства) / В. В. Соляник, С. В. Соляник // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2: Технология кормов и кормления, продуктивность. Технология производства, зооигиена, содержание. – С. 234–243.