

СВЯЗЬ БЛАГОПОЛУЧИЯ И УПИТАННОСТИ СВИНОМАТОК ПРИ ФИКСИРОВАННОМ СОДЕРЖАНИИ НА УЧАСТКЕ ОПОРОСА В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

М.А. Барсукова, И.А. Афанасьева, К.Н. Нарожных

ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, Новосибирск, Россия

E-mail: mariabar23@yandex.ru

Для цитирования: Барсукова М.А., Афанасьева И.А., Нарожных К.Н. Связь благополучия и упитанности свиноматок при фиксированном содержании на участке опороса в условиях промышленной технологии // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2024. – № 4(73). – С. 142–150. – DOI: 10.31677/2072-6724-2024-73-4-142-150.

Ключевые слова: промышленное свиноводство, благополучие, свиноматки, фиксированное содержание, подсосный период, упитанность, animal welfare.

Реферат. Целью исследования являлась оценка благополучия свиноматок на участке опороса при фиксированном содержании в условиях промышленной технологии производства свинины. Объектом исследования являлись подсосные свиноматки, содержащиеся в станках конструкции BDSwing на решетчатых полах. Для оценки был использован протокол Welfare Quality®, модифицированный в соответствии с локальными особенностями производства. Оценка благополучия свиноматок проводилась на первый день после опороса и повторно на 15 день подсосного периода. При обработке данных рассчитывался суммарный балл благополучия свиноматок. Упитанность свиноматок определялась по толщине шпика над последним ребром на 30 день супоросности и при отъеме в 28 дней. Статистический анализ был выполнен с использованием среды статистического программирования R. Достоверность различий между группами животных по упитанности на 30 день супоросности и при отъеме оценивалась методом Краскела–Уоллиса. Парные сравнения осуществляли с поправкой Холма. В группе благополучных свиноматок суммарная оценка составила 0,62 балла, в то время как для условно благополучных этот параметр составлял уже 2,51 балла и неблагополучных – 4,9 балла. Повторная оценка проводилась на 15 день после опороса тем же исследователем. При незначительных изменениях в суммарной оценке животных (0,59, 2,49 и 5,12 баллов соответственно) отмечается увеличение суммарной оценки в группе неблагополучных свиноматок, а также перемещение животных из одной группы в другую в направлении усугубления состояния. Определены достоверные различия в упитанности между благополучными, условно благополучными и неблагополучными свиноматками на 30 день супоросности. Хотя благополучные свиноматки отличались наименьшей толщиной шпика, в течение супоросности и подсосного периода, в этой группе была отмечена и наименьшая потеря упитанности к отъему (-0,3 мм).

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE WELL-BEING AND FATNESS OF SOWS WITH A FIXED CONTENT ON THE FARROWING SITE IN THE CONDITIONS OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY

М.А. Barsukova, I.A. Afanasyeva, K.N. Narozhnykh

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: mariabar23@yandex.ru

Keywords: industrial pig farming, welfare, sows, fixed maintenance, suckling period, fatness, animal welfare.

Abstract. The aim of the study was to assess the well-being of sows at a farrowing site with a fixed content in the conditions of industrial pork production technology. The object of the study was suckling sows contained in BDSwing machines on lattice floors. The Welfare Quality® protocol was used for the assessment, modified in accordance with local production features. The well-being of the sows was assessed on the first day after farrowing and again on the 15th day of the suckling period. When processing the data, the total welfare score of the sows was calculated. The fatness of the sows was determined by the thickness of the fat above the last rib on the 30th day of pregnancy and at weaning at 28 days. The statistical analysis was performed using the statistical programming environment R. The reliability of differences between groups of animals in fatness on the 30th day of pregnancy and at weaning was assessed by the Kraskel-Wallis method. Pairwise comparisons were carried out with the Hill

correction. In the group of well-off sows, the total score was 0.62 points, while for the conditionally well-off, this parameter was already 2.51 points and the disadvantaged – 4.9 points. The re-evaluation was carried out on the 15th day after farrowing by the same researcher. With minor changes in the total assessment of animals (0.59, 2.49 and 5.12 points, respectively), there is an increase in the total assessment in the group of disadvantaged sows, as well as the movement of animals from one group to another in the direction of aggravation of the condition. Significant differences in fatness between well-off and conditionally well-off and dysfunctional sows on the 30th day of pregnancy were determined. At the same time, although healthy sows differed in the smallest fat thickness, during pregnancy and suckling period, in this group the least loss of fatness to weaning was noted (-0.3 mm).

Для современного свиноводства в мире характерной чертой является интенсификация производства, следствием чего является увеличение продуктивности животных и повышение экономической эффективности. Однако это приводит к возникновению проблем с благополучием и здоровьем животных, что, в свою очередь, может негативно влиять на уровень продуктивности [1]. В мировой практике термин «благополучие» применяется для комплексного описания состояния животного, наличия у него проблем, связанных со здоровьем, поведением и дискомфортом, причиной которых являются условия содержания животных [2]. Изначально концепция благополучия животных (animal welfare) рассматривалась исключительно с утилитарной точки зрения, однако сейчас в мире значительное внимание уделяется и этическому аспекту [3, 4]. Для изучения благополучия и влияния его на состояние и продуктивность животных были разработаны протоколы оценки благополучия для всех видов животных в том числе и для свиней (Welfare Quality®) [5], описывающие возможные состояния животных различных технологических групп с учетом критических точек технологий, применяемых в современном свиноводстве. Однако на практике для разных технологических, экономических и социальных условий сложно определить универсальную оценку для разных групп свиней, как и оценить степень влияния благополучия на продуктивные показатели, не учитывая технологические особенности [6, 7].

В промышленной технологии содержания свиней ключевой точкой успешности производства является воспроизводство от осеменения до получения поросят, поэтому состояние свиноматок и их благополучие также имеет критическое значение для получения и выращивания молодняка [8–10]. Доклад экспертной группы EFSA по благополучию животных подчеркивает, что на благополучие свиноматок критически влияет содержание в индивидуальных станках для опороса, поскольку именно там животные ограничены в движении, не имеют возможности реализовывать свое естественное поведение, а

также имеют проблемы с повреждениями мягких тканей и кожного покрова (EFSA ANAW Panel) [11]. При этом в мире и в нашей стране содержание свиноматок в индивидуальных станках на протяжении всего подсосного периода является наиболее распространенной практикой [12–15], что делает актуальным изучение именно этой точки в цикле производства свинины [16], учитывая, что данная система остается наиболее экономически эффективной для крупного производства [17].

Важным методическим аспектом при изучении благополучия свиней является совершенствование протокола оценки в соответствии с локальными особенностями предприятия и поголовья животных [18]. Существуют данные о связи таких параметров, как благополучие, репродуктивные качества и упитанность взрослых свиноматок [19, 20], которые могут как взаимодействовать, так и не оказывать какого-либо заметного влияния на итоговую продуктивность [21].

При этом следует учитывать, что наряду с технологическими факторами на благополучие и продуктивность животных могут действовать как отдельно, так и совокупно уровень адаптации животных к технологическим условиям [22, 23], общий адаптивный потенциал популяции [24, 25] и экологические условия среды [26–28].

В связи с вышеизложенным целью работы является оценка благополучия свиноматок на участке опороса в условиях фиксированного содержания на промышленном свинокомплексе в динамике в течение подсосного периода и выявление связи оценки с упитанностью.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проводилось в условиях промышленного свинокомплекса на помесных свиноматках крупная белая × ландрас датской селекции. Свиноматки содержались на участке опороса в индивидуальных станках с регулируемым ограничителем конструкции BDSwing на решетчатых полах производства компании Big Dutchman. Дан-

ная конструкция станков подразумевает наличие ограничителей для свиноматки, не позволяющих ей резко ложиться или вставать, что снижает риск задавливания поросят, однако значительно ограничивает подвижность животного. Оценивались свиноматки, опоросившиеся в течение пяти смежных дней в период с 27 по 31 января ($n = 154$). Оценка проводилась в соответствии с модифицированным протоколом Welfare Quality [5]. Протокол включает в себя такие параметры, как состояние конечностей, наличие повреждений от других животных, наличие загрязнений при нормальном состоянии станка, проблемы с дыханием. Модификация протокола проводилась в связи с тем, что значительное ограничение подвижности снижает возможности свиноматки к устранению от возможных повреждений со стороны потомства, что приводит к актам каннибализма, включая повреждения сосков, вульвы и ушей. В дополнении к стандартному протоколу оценки, в связи со спецификой условий, были добавлены следующие пункты: слабость связочного аппарата задних конечностей (характерное действие при движении животного, при котором задние конечности произвольно разводятся под углом более чем 90° (1 балл при наличии, 0 баллов при отсутствии)); слабость задних конечностей (животное опирается телом на близлежащие объекты либо приседает, 1 балл при наличии, 0 баллов при отсутствии); каннибализм (включает оценку состояния ушей и хвоста, 0 – повреждения отсутствуют, 1 – легкие повреждения ушей и/или хвоста, уши надорваны, 2 – сильные повреждения, частично отсутствуют одно или два уха или хвост); локальные повреждения поросятами (разъеденные пролежни; 1 – одно повреждение, 2 – повреждение на обоих плече-лопаточных сочленениях, 0 – повреждения отсутствуют); повреждение вульвы, в том числе и вследствие каннибализма (характерные повреждения вульвы у животного, 0 – повреждения отсутствуют, 1 – легкие повреждения, 2 – сильные повреждения); мастит (1 балл при наличии признаков, 0 баллов при отсутствии); травмы сосков, в том числе и как следствие повреждений поросятами (0 баллов при отсутствии, 1 балл при повреждении одного соска, 2 балла при повреждении двух и более сосков); реакция на человека: тест 1 (с головы) подойти к животному со стороны морды и наблюдать за реакцией (0 – нет реакции, 1 – отстраняется, умеренная реакция, 2 – шарахается, отпрыгивает, пытается сбежать), тест 2 (с хвоста) – подойти к животному со стороны хвоста, положить руку на

круп и наблюдать за реакцией (0 – нет реакции, 1 – вздрагивает, 2 – острая реакция, отстраняется, пытается сделать несколько шагов).

Суммарный балл оценки благополучия выводился путем сложения всех оценок, полученных свиноматкой. Таким образом, каждое животное после оценки имело определенное количество баллов, характеризующих его состояние.

Толщина шпика как критерий упитанности оценивалась на 30 день супоросности и после пребывания на участке опороса и оценки благополучия повторно при отъеме поросят методом ультразвукового исследования над последним ребром.

Оценка благополучия свиноматок проводилась на первый день после опороса и повторно на 15 день подсосного периода. При обработке данных рассчитывался суммарный балл благополучия свиноматок, в зависимости от которого свиноматки подразделялись на три группы: благополучные – 0–1 балл, животное не имеет проблем; условно благополучные – 2–3 балла, животное имеет несколько умеренно выраженных проблем; неблагополучные – 4 и более баллов, животное имеет много умеренно выраженных или сильно выраженных проблем. В соответствии с этим для каждой группы оценивались упитанность на 30 день супоросности и после отъема.

Статистический анализ был выполнен с использованием среды статистического программирования R с использованием стандартных методов непараметрической статистики в связи с тем, что распределения данных по суммарной оценке благополучия и толщине шпика не соответствовали нормальному закону, что было подтверждено с помощью критерия Шапиро–Уилка ($p < 0,05$ для обоих параметров) [29]. Для описания признаков были использованы следующие параметры: среднее (Mean), стандартное отклонение (SD), стандартная ошибка (SE), Q1 – первый квартиль (25-й перцентиль), Q3 – третий квартиль (75-й перцентиль), IQR – межквартильный размах ($IQR = Q3 - Q1$). Достоверность различий между группами животных по упитанности на 30-й день супоросности и при отъеме оценивалась методом Краскела–Уоллиса [30]. Попарные сравнения осуществляли с поправкой Холма.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Участок опороса является критическим важным для производства не только с точки зрения получения товарного молодняка, но и с точки

зрения условий содержания, поскольку современная промышленная технология подразумевает фиксированное содержание свиноматок, исключающее возможность активного перемещения на протяжении всего подсосного периода. В табл. 1

представлены результаты оценки благополучия свиноматок на следующий день после опороса с учетом разделения их на группы в зависимости от суммарной оценки благополучия.

Таблица 1

**Оценка благополучия свиноматок на участке опороса (первый день после опороса)
Assessment of the welfare of sows at the farrowing site (the first day after farrowing)**

Группа	n	Mean	SE	SD	Q1	Q3	IQR
Благополучные	37	0,62	0,081	0,492	0	1	1
Условно благополучные	68	2,51	0,061	0,503	2	3	1
Неблагополучные	49	4,9	0,141	0,984	4	5	1

В группе благополучных свиноматок суммарная оценка составила 0,62 балла, в то время как для условно благополучных этот параметр составлял уже 2,51 балла, а для неблагополучных – 4,9 балла. Повторная оценка проводилась на 15-й день после опороса тем же исследователем (табл. 2). При незначительных изменениях

в суммарной оценке животных (0,59, 2,49 и 5,12 баллов соответственно) отмечается увеличение суммарной оценки в группе неблагополучных свиноматок, а также перемещение животных из одной группы в другую в направлении усугубления состояния.

Таблица 2

**Оценка благополучия свиноматок на участке опороса (15-й день после опороса)
Assessment of the welfare of sows at the farrowing site (15 days after farrowing)**

Группа	n	Mean	SE	SD	Q1	Q3	IQR
Благополучные	34	0,59	0,086	0,500	0	1	1
Условно благополучные	63	2,49	0,083	0,504	2	3	1
Неблагополучные	56	5,12	1,690	1,420	4	6	2

В табл. 3 представлено распределение свиноматок по группам на следующий день после опороса и на 15-й день подсосного периода. Так, в первый день после опороса количество благополучных свиноматок составило 37 голов, или

24 %, на 15-й день их количество сократилось до 34 голов (22,2 %). Аналогичным образом сократилось число условно благополучных свиноматок с 68 голов (44 %) в первый день до 63 на 15-й день (41 %).

Таблица 3

**Распределение свиноматок по группам, %
Distribution of sows by groups, %**

Время оценки	Группа	n	Доля
1-й день	Благополучные	37	24,02
	Условно благополучные	68	44,16
	Неблагополучные	49	31,82
	Итого	154	100
15-й день	Благополучные	34	22,22
	Условно благополучные	63	41,18
	Неблагополучные	56	36,60
	Итого	153	100

Группа свиноматок, получивших статус «неблагополучные» в первый день после опороса, включала в себя 49 голов (31,8 %), при этом следует иметь в виду, что признаки неблагополучия у них не были приобретены непосредственно на участке опороса, а являются следствием предшествующего содержания. На 15-й день их количество увеличилось до 56 голов, или 36 %, при усугублении величины суммарной оценки в среднем с 4,9 до 5,12 балла.

Упитанность свиноматок является важным критерием, характеризующим состояния свиноматок в течение супоросности и подсосного периода. Оценка упитанности взрослых свиноматок в производственных условиях проводится двукратно в течение цикла воспроизводства: на 30-й день супоросности и при отъеме поросят с целью определения состояния животного и

корректировки рациона. Уровень упитанности, определяемый по толщине шпика над последним ребром, характеризует не только состояние животного, но и его потенциальную способность к выкармливанию поросят [31]. С другой стороны, как истощенность, так и чрезмерная упитанность свиноматок могут являться отягчающими факторами как для самих животных, так и для протекания опороса и выкармливания поросят [32, 33].

С целью изучения связи упитанности и благополучия был проведен анализ результатов измерения толщины шпика.

Для исследуемого предприятия норма упитанности свиноматок составляет 12–18 мм, все оцененные нами животные укладывались в этот диапазон при измерении на 30-й день супоросности. Результаты оценки толщины шпика свиноматок представлены в табл. 4.

Таблица 4

Толщина шпика в разных группах свиноматок на 30-й день супоросности в точке над последним ребром, мм
The thickness of the fat in different groups of sows on the 30th day of pregnancy at the point above the last rib, mm

Группа	n	Mean	SE	SD	Me	Q1	Q3	C _v
Благополучные	34	14,1	0,517	3,02	13	12,9	16,0	21,3
Условно благополучные	63	16,2	0,512	4,06	16	13,2	18,0	25,2
Неблагополучные	56	16,2	0,495	3,70	16	13,0	18,6	22,9

Наименьшей толщиной шпика на 30-й день супоросности характеризовались свиноматки группы благополучных – 14,1 мм, животные, попавшие в группы условно благополучных и неблагополучных, имели толщину шпика над

последним ребром 16,2 мм при достаточно высокой величине коэффициента вариации в группах (21,3, 25,2 и 22,9 соответственно). Оценка влияния толщины шпика проводилась с помощью критерия Краскела–Уоллиса (табл. 5).

Таблица 5

Межгрупповые сравнения свиноматок по толщине шпика на 30-й день супоросности
Intergroup comparisons of sows by fat thickness on the 30th day of pregnancy

Группа	Z-статистика	p-значение
Благополучные – условно благополучные	-2,58	0,0049*
Благополучные – неблагополучные	-2,71	0,0033*
Условно благополучные – неблагополучные	-0,22	0,4126

При сравнении групп свиноматок было установлено, что по толщине шпика в начале супоросности свиноматки группы благополучных достоверно отличались от условно благополучных и неблагополучных, при этом в среднем благополучные свиноматки были менее упитаны, чем животные двух других групп.

Для оценки состояния упитанности свиноматок после подсосного периода проводится измерение толщины шпика при отъеме в 28 дней. Результаты измерения толщины пика при отъеме представлены в табл. 6.

Таблица 6

**Толщина шпика в разных группах свиноматок на день отъема (28-й день)
в точке над последним ребром, мм**
**The thickness of the fat in different groups of sows on the day of weaning (day 28)
at the point above the last rib, mm**

Группа	n	Mean	SE	SD	Me	Q1	Q3	C _v
Благополучные	34	13,8	0,746	3,17	13	9,92	15,0	24,7
Условно благополучные	63	14,6	0,680	3,36	14	12,7	16,0	25,1
Неблагополучные	56	15,7	0,737	3,38	14	13,7	17,3	21,5

Во всех группах исследуемых животных при отъеме произошло снижение толщины шпика. В группе благополучных свиноматок толщина шпика составила 13,8 мм (-0,3 мм), в группе условно благополучных – 14,6 (-1,6 мм), в группе неблагополучных 15,7 мм (-0,5). Таким образом, несмотря на самую низкую упитанность, отмечаемую у благополучных свиноматок, в этой группе произошла наименьшая потеря в толщине шпика на протяжении периода супоросности и подсосно-

го периода. Максимальная потеря упитанности была отмечена в группе условно благополучных животных.

Результаты оценки различий по толщине шпика между группами свиноматок представлены в табл. 7. Обнаружено достоверное влияние оценки свиноматок на толщину шпика между группами благополучных и неблагополучных свиноматок ($p = 0,0129$).

Таблица 7

Межгрупповые сравнения свиноматок по толщине шпика в день отъема (28-й день)
Intergroup comparisons of sows by fat thickness on the day of weaning (day 28)

Группа	Z-статистика	p-значение
Благополучные – условно благополучные	-1,43	0,0760
Благополучные – неблагополучные	-2,23	0,0129*
Условно благополучные – неблагополучные	-0,99	0,1591

Таким образом, оценка благополучия свиноматок на участке опороса показывает как динамику изменения непосредственно состояния животных, так и связь суммарной оценки благополучия с упитанностью, которая до этого считалась основным критерием в оценке состояния животных, пришедших с опороса. Усугубление состояния животных с течением времени и возрастом требует более детального изучения для выявления как наиболее критических точек благополучия животных, так и определения момента, когда суммарная оценка благополучия может стать критической и влиять на собственную продуктивность свиноматки.

ВЫВОДЫ

1. В ходе исследования была определена суммарная оценка благополучия свиноматок на участке опороса при фиксированном содержании и динамика изменения доли животных, которых

можно было бы отнести к благополучным и условно благополучным с 24 и 44 % до 22 и 41% за счет перемещения их в группу неблагополучных. Также в течение периода от опороса до повторной оценки произошло некоторое увеличение суммарной оценки неблагополучных свиноматок.

2. Определены достоверные различия в упитанности между благополучными и условно благополучными и неблагополучными свиноматками на 30-й день супоросности. При этом, хотя благополучные свиноматки отличались наименьшей толщиной шпика, в течение супоросности и подсосного периода, в этой группе была отмечена и наименьшая потеря упитанности к отъему (-0,3 мм).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Pietrosemoli S., Tang C.* Animal Welfare and Production Challenges Associated with Pasture Pig Systems: A Review // *Agriculture*. – 2020. – № 10. – P. 223. – DOI: 10.3390/agriculture10060223.
2. *Broom D.M.* Animal welfare: concepts and measurement // *Journal of Animal Science*. – 1991. – Vol. 69, № 10. – P. 4167–4175. – DOI: 10.2527/1991.69104167x.
3. *Environment-, health-, performance- and welfare-related parameters in pig barns with natural and mechanical ventilation / I. Chantziaras, D. De Meyer, L. Vrielinck [et al.]* // *Preventive Veterinary Medicine*. – 2020. – Vol. 183. – P. 105150. – DOI: 10.1016/j.prevetmed.2020.105150.
4. *Pig Farming in Alternative Systems: Strengths and Challenges in Terms of Animal Welfare, Biosecurity, Animal Health and Pork Safety / M. Delsart, F. Pol, B. Dufour [et al.]* // *Agriculture*. – 2020. – Vol. 10. – P. 261. – DOI: 10.3390/agriculture10070261.
5. *Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry (Broilers, Laying Hens)* // *Welfare Quality® Consortium: Lelystad, The Netherlands*. – 2009. – 122 p.
6. *Bombik T., Bombik E., Biesiada-Drzazga B.* Animal welfare in terms of evaluation criteria and methods // *Przegląd Hod.* – 2013. – Vol. 6. – P. 25–27.
7. *Animal Welfare Management in a Digital World / H. Buller, H. Blokhuis, K. Lokhorst [et al.]* // *Animals*. – 2020. – № 10. – P. 1779. – DOI: 10.3390/ani10101779.
8. *Орлов Д.А., Жучаев К.В., Паниев С.В.* Поведение молодняка свиней при технологических стрессах // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2014. – № 2 (31). – С. 82–85. – EDN SIBWYB.
9. *Теоретические аспекты обеспечения инфекционного благополучия в птицеводстве и свиноводстве путем использования методов селекции и молекулярно-генетического анализа ДНК / В.Н. Афонюшкин, Н.А. Донченко, П.В. Бушмелева [и др.]* // *Ветеринарный врач*. – 2018. – № 4. – С. 63–68. – EDN XWBHNF.
10. *Суетов Н.В., Жучаев К.В., Кауфманн О.* Влияние различных факторов на поведенческую активность поросят // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2011. – № 3 (19). – С. 66–71. – EDN OYHZSL.
11. *EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare) / S.S. Nielsen, J. Alvarez, D.J. Bicot [et al.]* // *Scientific Opinion on the welfare of pigs on farm*. *EFSA Journal*. – 2022. – Vol. 20 (8):7421. – 319 pp. – DOI: 10.2903/j.efsa.2022.7421.
12. *Titto C.G., Ricci G.D.* Behavioral and physiological changes in sows and piglets maintained in farrowing cages or open stalls during summer // *Journal of Veterinary Behavior*. – 2023. – Vol. 63. – P. 36–41. – DOI: 10.1016/j.jveb.2023.05.001.
13. *The Effect of Different Farrowing Housing Systems on the Reproductive Performance of Sows and the Losses and Growth of Piglets / P. Nevrkla, J. Sečkář, E. Weisbauerová [et al.]* // *Agriculture*. – 2024. – Vol. 14. – P. 1084. – DOI: 10.3390/agriculture14071084.
14. *Vandresen B., Chou J.-Y., Hötzel M.J.* How is pig welfare assessed in studies on farrowing housing systems? A systematic review // *Applied Animal Behaviour Science*. – 2024. – Vol. 275. – P. 106298. – DOI: 10.1016/j.applanim.2024.106298.
15. *Барсукова М.А.* Эффективность производства и выращивания молодняка свиней в условиях промышленного комплекса // *Теория и практика современной аграрной науки: сб. V национальной (всероссийской) науч. конф. с междунар. участием, Новосибирск, 28 февраля 2022 г.* – Новосибирск, 2022. – С. 772–775. – EDN VPUZYH.
16. *Sánchez-Salcedo J.A., Yáñez-Pizaña A.* Effects of free farrowing system on the productive performance and welfare of sows and piglets // *Journal of Applied Animal Welfare Science*. – 2022. – Vol. 27 (1). – P. 1–11. – DOI: 10.1080/10888705.2021.2008935.
17. *Unlocking Sows' Welfare: The Farm-Level Economic Impact of Phasing out Farrowing Crates for Sows in the European Union's Pig Breeding Industry / A. Malak-Rawlikowska, E. Majewski [et al.]* // *Agriculture*. – 2024. – Vol. 14. – P. 187. – DOI: 10.3390/agriculture14020187.
18. *Welfare Health and Productivity in Commercial Pig Herds / P. Racewicz, A. Ludwiczak, E. Skrzypczak [et al.]* // *Animals*. – 2021. – Vol. 11. – P. 1176. – DOI: 10.3390/ani11041176.
19. *Backfat Thickness at Pre-Farrowing: Indicators of Sow Reproductive Performance, Milk Yield, and Piglet Birth Weight in Smart Farm-Based Systems / H.-S. Mun, K.M.B. Ampode, E.B. Laguna [et al.]* // *Agriculture*. – 2024. – Vol. 14. – P. 24. – DOI: 10.3390/agriculture14010024.
20. *Effect of backfat thickness during late gestation on farrowing duration, piglet birth weight, colostrum yield, milk yield and reproductive performance of sows / S. Thongkhuy, SH. Chuaychu, P. Burarnrak [et al.]* // *Livestock Science*. – 2020. – Vol. 234. – P. 103983. – DOI: 10.1016/j.livsci.2020.103983.
21. *Knecht D., Šrodoň S., Czyž K.* Does the Degree of Fatness and Muscularity Determined by Ultrasound Method Affect Sows' Reproductive Performance? // *Animals*. – 2020. – Vol. 10. – P. 794. – DOI: 10.3390/ani10050794.
22. *Ланкин В.С.* Роль взаимодействия «генотип–среда» в изменчивости пассивно-оборонительного поведения домашних свиней // *Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет)*. – 2011. – № 2(18). – С. 66–71. – EDN PAJHXZ.

23. Барсукова М.А., Ланкин В.С., Жучаев К.В. Изменчивость доместикационного поведения молодняка свиней скороспелой мясной породы // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2010. – № 1(13). – С. 22–25. – EDN LLTBTN.
24. Благополучие и потенциал приспособленности локальных пород свиней Сибири / К.В. Жучаев, М.Л. Кочнева, Е.А. Борисенко [и др.]. – Новосибирск, 2022. – 218 с. – EDN GYZSDT.
25. Жучаев К.В., Борисенко Е.А., Барсукова М.А. Влияние процессов адаптации на генетический гомеостаз продуктивной популяции // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2010. – № 4(16). – С. 28–31. – EDN OZHYSR.
26. Нарожных К.Н. Влияние эколого-географических условий на концентрацию тяжелых металлов в селезенке герефордского скота, разводимого в условиях Новосибирской области и Алтайского края // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2020. – № 4(57). – С. 111–117. – DOI: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-111-117. – EDN NUFMKG.
27. Нарожных К.Н. Особенности аккумуляции и распределения тяжелых металлов в органах и тканях герефордского скота // Достижения науки и техники АПК. – 2024. – Т. 38, № 4. – С. 57–62. – DOI: 10.53859/02352451_2024_38_4_57. – EDN ASEGLG.
28. Narozhnykh K. Development of a Predictive Model for Iron Levels in Bovine Muscle Tissue Using Hair as a Predictor // *Animals*. – 2024. – Vol. 14. – P. 1028. – DOI: 10.3390/ani14071028.
29. Conover W.J. Practical Nonparametric Statistics // John Wiley & Sons. – 1999. – 608 p.
30. Kruskal W.H., Wallis A. Use of ranks in one-criterion variance analysis // *Journal of the American Statistical Association*. – 1952. – Vol. 47. – P. 583–621.
31. Influence of the metabolic state during lactation on milk production in modern sows / N.G.J. Costermans, N.M. Soede, A. Middelkoop [et al.] // *Animal*. – 2020. – Vol. 14, № 12. – P. 2543–2553. – DOI: 10.1017/S1751731120001536.
32. Peltoniemi O., Han T., Jinhyeon Y. Coping with large litters: management effects on welfare and nursing capacity of the sow // *J Anim Sci Technol*. – 2021. – № 63(2). – P. 199–210. – DOI: 10.5187/jast.2021.e46.
33. Improving sow welfare and outcomes in the farrowing house by identifying early indicators from pre-farrowing assessment / L. Vargovic, R.Z. Athorn, S. Hermesch [et al.] // *Journal of Animal Science*. – 2022. – Vol. 100, № 11. – P. 294. – DOI: 10.1093/jas/skac294.

REFERENCES

1. Pietrosemoli S., Tang, C., Animal Welfare and Production Challenges Associated with Pasture Pig Systems: A Review, *Agriculture*, 2020, No. 10, pp. 223, DOI: 10.3390/agriculture10060223.
2. Broom D.M., Animal welfare: concepts and measurement, *Journal of Animal Science*, 1991, Vol. 69, No. 10, pp. 4167–4175, DOI: 10.2527/1991.69104167x.
3. Chantziaras I., Meyer D.De, Vrielinck L. [et al.], Environment-, health-, performance- and welfare-related parameters in pig barns with natural and mechanical ventilation, *Preventive Veterinary Medicine*, 2020, Vol. 183, pp. 105150, DOI: 10.1016/j.prevetmed.2020.105150.
4. Delsart M., Pol F., Dufour B. [et al.], Pig Farming in Alternative Systems: Strengths and Challenges in Terms of Animal Welfare, Biosecurity, Animal Health and Pork Safety, *Agriculture*, 2020, Vol. 10, pp. 261, DOI: 10.3390/agriculture10070261.
5. Welfare Quality® Assessment Protocol for Poultry (Broilers, Laying Hens), *Welfare Quality® Consortium: Lelystad*, The Netherlands, 2009, 122 p.
6. Bombik T., Bombik E., Biesiada-Drzazga B., Animal welfare in terms of evaluation criteria and methods, *Przegląd Hod*, 2013, Vol. 6, pp. 25–27.
7. Buller H., Blokhuis H., Lokhorst K. [et al.] Animal Welfare Management in a Digital World, *Animals*, 2020, No. 10, pp. 1779, DOI: 10.3390/ani10101779.
8. Orlov D.A., Zhuchaev K.V., Papshev S.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2014, No. 2(31), pp. 82–85, EDN SIBWYB. (In Russ.)
9. Afonyushkin V.N., Donchenko N.A., Bushmeleva P.V. [et al.], *Veterinarnyi vrach*, 2018, No. 4, pp. 63–68, EDN XWBHHF. (In Russ.)
10. Suetov N.V., Zhuchaev K.V., Kaufmann O., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2011, No. 3(19), pp. 66–71, EDN OYHZSL. (In Russ.)
11. Nielsen S.S., Alvarez J., Bicout D.J. [et al.], EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare), *Scientific Opinion on the welfare of pigs on farm*. *EFSA Journal*, 2022, Vol. 20(8):7421, 319 pp., DOI: 10.2903/j.efs.2022.7421.
12. Titto C.G., Ricci G.D., Behavioral and physiological changes in sows and piglets maintained in farrowing cages or open stalls during summer, *Journal of Veterinary Behavior*, 2023, Vol. 63, pp. 36–41, DOI: 10.1016/j.jveb.2023.05.001.
13. Nevrkla P., Sečkář J., Weisbauerová E. [et al.], The Effect of Different Farrowing Housing Systems on the Reproductive Performance of Sows and the Losses and Growth of Piglets, *Agriculture*, 2024, Vol. 14, pp. 1084, DOI: 10.3390/agriculture14071084.
14. Vandresen B., Chou J.-Y., Hötzel M.J., How is pig welfare assessed in studies on farrowing housing systems? A systematic review, *Applied Animal Behaviour Science*, 2024, Vol. 275, pp. 106298, DOI: 10.1016/j.applanim.2024.106298.

15. Barsukova M.A., *Teoriya i praktika sovremennoi agrarnoi nauki* (Theory and practice of modern agricultural science), Sbornik V natsional'noi (vsrossiiskoi) nauchnoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Novosibirsk, 2022, pp. 772–775, EDN VPUZYH. (In Russ.)
16. Sánchez-Salcedo J.A., Yáñez-Pizaña A., Effects of free farrowing system on the productive performance and welfare of sows and piglets, *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 2022, Vol. 27(1), pp. 1–11, DOI: 10.1080/10888705.2021.2008935.
17. Malak-Rawlikowska A., Majewski E. [et al.], Unlocking Sows' Welfare: The Farm-Level Economic Impact of Phasing out Farrowing Crates for Sows in the European Union's Pig Breeding Industry, *Agriculture*, 2024, Vol. 14, pp. 187, DOI: 10.3390/agriculture14020187.
18. Racewicz P., Ludwiczak A., Skrzypczak E. [et al.], Welfare Health and Productivity in Commercial Pig Herds, *Animals*, 2021, Vol. 11, pp. 1176, DOI: 10.3390/ani11041176.
19. Mun H.-S., Ampode K.M.B., Laguna E.B. [et al.], Backfat Thickness at Pre-Farrowing: Indicators of Sow Reproductive Performance, Milk Yield, and Piglet Birth Weight in Smart Farm-Based Systems, *Agriculture*, 2024, Vol. 14, pp. 24, DOI: 10.3390/agriculture14010024.
20. Thongkhuy S., Chuaychu S.H., Burarnrak P. [et al.], Effect of backfat thickness during late gestation on farrowing duration, piglet birth weight, colostrum yield, milk yield and reproductive performance of sows, *Livestock Science*, 2020, Vol. 234, pp. 103983, DOI: 10.1016/j.livsci.2020.103983.
21. Knecht D., Śródoń S., Czyż, K., Does the Degree of Fatness and Muscularity Determined by Ultrasound Method Affect Sows' Reproductive Performance? *Animals*, 2020, Vol. 10, pp. 794, DOI: 10.3390/ani10050794.
22. Lankin V.S., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2011, № 2(18), pp. 66–71, EDN PAJHXZ. (In Russ.)
23. Barsukova M.A., Lankin V.S., Zhuchaeв K.V., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2010, No. 1(13), pp. 22–25, EDN LLTBTN. (In Russ.)
24. Zhuchaeв K.V., Kochneva M.L., Borisenko E.A. [et al.], *Blagopoluchie i potentsial prisposoblennosti lokal'nykh porod sviney Sibiri* (Well-being and fitness potential of local Siberian pig breeds), Novosibirsk, 2022, 218 pp, EDN GYZSDT.
25. Zhuchaeв K.V., Borisenko E.A., Barsukova M.A., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2010, No. 4(16), pp. 28–31, EDN OZHYCR. (In Russ.)
26. Narozhnykh K.N., *Vestnik NGAU (Novosibirskii gosudarstvennyi agrarnyi universitet)*, 2020, No. 4(57), pp. 111–117, DOI: 10.31677/2072-6724-2020-57-4-111-117, EDN NUFMKG. (In Russ.)
27. Narozhnykh, K.N., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2024, Vol. 38, No. 4, pp. 57–62, DOI: 10.53859/02352451_2024_38_4_57, EDN ASEGLG. (In Russ.)
28. Narozhnykh K., Development of a Predictive Model for Iron Levels in Bovine Muscle Tissue Using Hair as a Predictor, *Animals*, 2024, Vol. 14, pp. 1028, DOI: 10.3390/ani14071028.
29. Conover W.J., *Practical Nonparametric Statistics*, John Wiley & Sons, 1999, 608 p.
30. Kruskal W.H., Wallis A., Use of ranks in one-criterion variance analysis, *Journal of the American Statistical Association*, 1952, Vol. 47, pp. 583–621.
31. Costermans N.G.J., Soede N.M., Middelkoop A. [et al.], Influence of the metabolic state during lactation on milk production in modern sows, *Animal*, 2020, Vol. 14, No. 12, pp. 2543–2553, DOI: 10.1017/S1751731120001536.
32. Peltoniemi O., Han T., Jinhyeon Y., Coping with large litters: management effects on welfare and nursing capacity of the sow, *J Anim Sci Technol*, 2021, No. 63(2), pp. 199–210, DOI: 10.5187/jast.2021.e46.
33. Vargovic L., Athorn R.Z., Hermes S. [et al.], Improving sow welfare and outcomes in the farrowing house by identifying early indicators from pre-farrowing assessment, *Journal of Animal Science*, 2022, Vol. 100, No. 11, pp. 294, DOI: 10.1093/jas/skac294.

Информация об авторах:

М.А. Барсукова, кандидат биологических наук
 И.А. Афанасьева, инженер-аналитик
 К.Н. Нарожных, кандидат биологических наук, доцент

Contribution of the authors:

M.A. Barsukova, Candidate of Biological Sciences
 I.A. Afanasyeva, Analytical engineer
 K.N. Narozhnykh, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor

Вклад авторов:

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.