

slightly open at the end of the first week of life – 32.6 and 31.2 °C, by the end of the second week – 28.7 and 28.3 °C, respectively. The combined use of brooders and heating means increased the live weight of piglets by 14 days of life by 11.5-18.3 % ($P \leq 0.01$), the average daily gain by 17.1–27.2 % ($P \leq 0.01$), their safety – by 5.4-6.5 %, and subsequently only brooders, contributed to an increase in their live weight at weaning by 11.9-15.6 % ($P \leq 0.01$) in comparison with heating from floor or infrared lamps.

Key words: modeling, live weight, heating, piglet.

В условиях промышленной технологии важнейшим условием повышения продуктивности свиней, кроме полноценного кормления, является микроклимат помещений, так как даже при достаточном уровне кормления, но неудовлетворительных условиях содержания, современные породы свиней, дающие высокий выход мяса в тушах, часто имеющие специфические конституциональные недостатки: гормональную и вегетативную неустойчивость, повышенную чувствительность сердечно-сосудистой системы, неудовлетворительную транспортировку кровью кислорода, ограниченную способность терморегуляции, повышенную нервную возбудимость даже при незначительном нарушении режима кормления и содержания, сопровождающуюся острыми сердечными заболеваниями и приводящими к снижению продуктивности, не могут полноценно использовать свой генетический потенциал. Это в полной мере касается поросят, их сохранности. Несмотря на обширные исследования способов повышения выживаемости поросят с помощью генетической селекции, улучшения окружающей среды и методов содержания, смертность до отъема остается высокой [1, 2, 3]. На выживаемость поросят-сосунков влияют несколько факторов, таких как жизнеспособность, масса при рождении, размер помета, продолжительность опороса, очередность рождения, температура окружающей среды, питание и, особенно, потребление молозива, здоровье, пол, а также поведение матери и уход за ней в послеродовой период [4, 5]. Способность к терморегуляции, напрямую связанная с массой тела при рождении, оказывает большое влияние на выживаемость поросят. Поросята с низкой живой массой при рождении имеют большую поверхность тела по сравнению с их весом, поэтому они подвержены переохлаждению, имеют пониженную способность поддерживать температуру тела, им требуется больше времени, чтобы добраться до вымени, они потребляют меньше молозива и молока [1, 2, 6]. Новорожденным, подвергшимся воздействию низких температур для достижения теплового гомеостаза, необходимо расходовать свои запасы гликогена печени и мышечной ткани. Поэтому, нужно обеспечить для них адекватное потребление молозива, которое играет жизненно важную роль в обеспечении энергии, необходимой

для терморегуляции и предоставить оптимальный температурный режим окружающей среды [7, 8]. При этом важно учитывать более высокий фактор риска переохлаждения маловесных поросят, особенно у многоплодных маток [8].

Целью наших исследований явилась разработка на основе компьютерного моделирования ресурсосберегающих средств и способов местного обогрева и локализации тепла с целью оптимизации микроклимата в зоне отдыха, повышения роста и сохранности, улучшения физиологического состояния поросят мясных многоплодных пород.

Нами разработан блок расчета параметров микроклимата в логове поросят-сосунов, отъемышей и на дорастивании при различных источниках локального обогрева. С его помощью можно проводить расчет и моделирование параметров микроклимата в зоне локального обогрева в зависимости от способов и источников обогрева (рис. 1).

Расчет Брудеров

Количество животных	9	Температура воздуха в помещении, °C	17
Начальная живая масса, кг	1,2	Влажность воздуха в помещении, %	76
Конечная живая масса, кг	5,4	Концентрация CO ₂ , %	0,16
		Концентрация NH ₄ , мг/л	0,12

Источник локального обогрева №1: Лампа накаливания 25 Вт
Периодичность работы, мин: 0 Высота установки, м: 0,45

Источник локального обогрева №2: Обогреваемый пол 20 Вт
Площадь обогрева, м²: 0,24
Периодичность работы, мин: 30

Параметры брудера | Расчет параметров микроклимата | Энергоёмкость

Вид брудера:
 Прямоугольник
 Цилиндр
 Конус
 Зонтик
 Крышка

Длина, м: 0,7
Ширина, м: 0,5
Высота, м: 0,6
Диаметр, м:
Площадь входа, м²: 0,11

Материал брудера: Пластмасса
Цвет материала (внутренний): Красный
Толщина стенки, мм: 2,5

Выход

Рис. 1. Интерфейс расчета параметров микроклимата в брудерах

На основе результатов расчетов с использованием пакета компьютерных программ были смоделированы различные варианты локального обогрева поросят. Используя результаты моделирования и с целью

их подтверждения, в СПК «Овсянка имени И. И. Мельника» Горьковского района были проведены поисковый и научно-хозяйственный опыты, в ходе которых изучались четыре варианта обогрева: инфракрасный, контактный, брудерный, комбинированный. Изучались характерные особенности, достоинства и недостатки, определяющие целесообразность применения каждого конкретного способа. С целью создания замкнутых обогреваемых объемов были использованы различные обогреватели брудерного типа, снабженные различными нагревательными элементами.

В поисковом опыте была измерена температура поверхности пола и воздуха в зоне локального обогрева (контрольная группа), в цилиндрических брудерах, ограниченных сверху усеченным конусом, имеющим отверстие незакрытое клапаном (первая опытная группа) и в цилиндрических брудерах, ограниченных сверху усеченным конусом, имеющим отверстие закрытое клапаном (вторая опытная группа) под инфракрасными лампами различной мощности или над обогреваемым полом.

В научно-хозяйственном опыте были подобраны четыре группы подсосных свиноматок первоопоронок помесей ландрас × йоркшир с приплодом по десять животных в каждой. Опыт продолжался от рождения поросят до отъема их от маток в 28 дней, в течение которого животные контрольной группы содержались под лампами ИКЗК 220-250, первой опытной – на обогреваемом полу. В первой половине подсосного периода для поросят был создан комбинированный обогрев: второй опытной группы – инфракрасными лампами мощностью 100 Вт и третьей опытной – обогреваемым полом в цилиндрических брудерах, ограниченных сверху усеченным конусом, имеющим отверстие, закрывающееся клапаном, которые функционировали в станках свиарника-маточника в течение всего опыта.

В опыте изучали температуру воздуха в зоне отдыха поросят, их рост и сохранность, массу гнезда свиноматок.

Для кормления подсосных свиноматок использовали комбикорм СК-10, поросят – СК-11.

Результаты исследований показали, что в поисковом опыте при применении для локального обогрева инфракрасных ламп мощностью 35 Вт температура поверхности пола в станках для содержания подсосных свиноматок и поросят-сосунков контрольной группы была 23,6 °С, воздуха на высоте 100 мм над уровнем пола – 20,5, а на высоте 300 мм – 21,2 °С, в цилиндрических брудерах, ограниченных сверху усеченным конусом, имеющим отверстие с незакрытым клапаном, – на 6,8 (P≤0,01), 9,3 (P≤0,01) и 10,9 % (P≤0,01), в цилиндрических бруде-

рах, ограниченных сверху усеченным конусом, имеющим закрытое клапаном отверстие – на 16,9 ($P \leq 0,001$), 18,5 ($P \leq 0,001$) и 25,5 % ($P \leq 0,001$) соответственно выше в сравнении с контролем.

Установка инфракрасных ламп мощностью 60 Вт позволило поддерживать температуру воздуха в контрольной группе на поверхности пола 25,0 °С, на высоте 100 мм и 300 мм над уровнем пола станка в пределах 21,3 и 22,5 °С, а комбинированное использование их с брудерами в первой опытной группе дало возможность повысить этот показатель в сравнении с контролем на 11,2 ($P \leq 0,01$), 11,7 ($P \leq 0,01$) и 16,9 ($P \leq 0,01$), во второй опытной группе – на 14,4 ($P \leq 0,001$), 26,3 ($P \leq 0,001$) и 28,5 % ($P \leq 0,001$) соответственно.

Применение в станках для опороса инфракрасных ламп мощностью 75 Вт обеспечило температуру поверхности пола в контрольной группе 27,1 °С, воздуха на высоте 100 мм над уровнем пола 21,5, а на высоте 300 мм над уровнем пола – 23,0 °С. Использование брудеров совместно с инфракрасными лампами этой мощности в первой и второй опытных группах способствовало повышению ($P \leq 0,001$) температуры поверхности пола на 8,1 и 12,5 %, температуры воздуха на высоте 100 мм над уровнем пола на 14,0 ($P \leq 0,01$) и 17,0 % ($P \leq 0,01$), на высоте 300 мм – на 27,5 ($P \leq 0,001$) и 30,9 % ($P \leq 0,001$) соответственно выше, чем в контрольной группе.

В контрольной группе использование инфракрасных ламп мощностью 100 Вт обеспечило температуру поверхности пола 29,3 °С, воздуха на высоте над уровнем пола станка 100 мм на уровне 21,8, а на высоте 300 мм – 23,6 °С. Дополнительная установка в первой и второй опытных группах брудеров с инфракрасными лампами этой мощности способствовала повышению температуры пола 6,1 и 10 %, воздуха на высоте 100 мм над уровнем пола на 13,8 ($P \leq 0,01$) и 16,1 % ($P \leq 0,01$), на высоте 300 мм – на 27,5 ($P \leq 0,001$) и 34,7 % ($P \leq 0,001$) в сравнении с контролем.

В контрольной группе температура поверхности пола под инфракрасными лампами мощностью 150 Вт составила 30,2 °С, воздуха на высоте 100 мм и 300 мм над уровнем пола станка – 22,1 и 24,4 °С, а при комбинированном использовании их с брудерами в первой опытной группе дало возможность поддерживать этот показатель выше, чем в контроле на 10,9 ($P \leq 0,001$), 13,1 ($P \leq 0,01$) и 27,6 ($P \leq 0,01$), во второй опытной группе – на 12,9 ($P \leq 0,001$), 14,3 ($P \leq 0,001$) и 34,0 % ($P \leq 0,001$) соответственно.

В станках контрольной группы применение инфракрасных ламп мощностью 250 Вт позволило поддерживать температуру на поверхности пола 31,6 °С, воздуха, на высоте 100 мм над уровнем пола 22,4, а

на высоте 300 мм – 25,1 °С. Комбинированное применение этих ламп с брудерами создало в последних в первой опытной группе на поверхности пола на 18,4 ($P \leq 0,001$), воздуха, на высоте 100 и 300 мм над уровнем пола температурный режим на 14,3 ($P \leq 0,01$) и 32,1 % ($P \leq 0,05$), а во второй опытной группе – на 19,3 ($P \leq 0,001$), 12,8 ($P \leq 0,001$) и 33,1 % ($P \leq 0,001$) выше в сравнении с контролем.

Создаваемый инфракрасными лампами различной мощности конусообразный поток тепла в контрольной группе, установленными на высоте 700 мм от уровня пола, не мог обеспечить равномерного обогрева логова. Разница температуры поверхности пола между центром и периферией колебалась под лампами мощностью 35 Вт от 23,6 до 20,1 °С, мощностью 250 Вт от 31,6 до 24,5 °С.

В станках с обогреваемым полом контрольной группы температура на его поверхности составила 29,1 °С, воздуха на высоте 100 мм над уровнем пола составила 23,0, а на высоте 300 мм – 22,2 °С. Установка над обогреваемым полом в станках первой опытной группы цилиндрических брудеров с усеченным конусом, имеющим отверстие с закрытым клапаном, позволила создать температуру на его поверхности на 0,7 %, воздуха в них на высоте 100 и 300 мм от пола на 10,8 % ($P \leq 0,01$), а во второй опытной группе, где были установлены на обогреваемый пол цилиндрические брудеры с усеченным конусом, имеющим закрытое клапаном отверстие, – на 1,4, 16,5 ($P \leq 0,001$) и 19,4 % ($P \leq 0,001$) выше, чем в контроле.

Результаты исследований научно-хозяйственного опыта показали, что применение в качестве средства локализации тепла брудеров с закрытым клапаном отверстия усеченного конуса позволило создать в первые дни после опороса температуру под инфракрасными лампами мощностью 100 Вт 35,4 °С, над обогреваемым полом – 33,2 °С, повысив ее при нахождении в них новорожденных на 14,6 и 23,3 % соответственно; с приоткрытым клапаном к концу первой недели жизни – 32,6 и 31,2 °С, к концу второй недели – 28,7 и 28,3 °С, а без средств обогрева до отъема – 26,5–26,9 °С соответственно.

Новорожденные поросята имели живую массу 1,05–1,07 кг. К концу подсосного периода во второй и третьей опытных группах она была достоверно выше контроля на 11,9 и 9,9 %, а у поросят третьей опытной группы – на 15,6 % выше, в сравнении с первой опытной.

Животные второй опытной группы достоверно превышали за подсосный период контрольную на 13,4 %, а у поросят третьей опытной группы он был выше в сравнении с контрольной на 11,6 %, первой опытной – на 18,7 %.

В контрольной и первой опытной группах сохранность поросят составила 88,6 и 87,7 %. Половину и чуть более половины от падежа в этих группах составили поросята, задавленные свиноматками в первую неделю подсосного периода. Во второй и третьей опытных группах сохранность поросят превышала контроль на 6,3 и 5,4 %.

У свиноматок подопытных групп масса гнезда при опоросе составляла 12,71–13,16 кг, а к отъему этот показатель во второй и третьей опытных группах был достоверно выше, чем в контроле на 17 и 15 % соответственно. Свиноматки третьей опытной группы имели на 23,2 % выше массу гнезда при отъеме в сравнении с животными первой опытной группы.

Результаты моделирования температуры в логове поросят подтвердили, что применение брудеров с закрытым клапаном позволило создать в первые дни после опороса температуру под инфракрасными лампами мощностью 100 Вт 35,4 °С и над обогреваемым полом – 33,2 °С, повысив ее при нахождении в них новорожденных на 14,6 и 23,3 %, с приоткрытым клапаном к концу первой недели жизни – 32,6 и 31,2 °С, второй – 28,7 и 28,3 °С, обеспечить увеличение при отъеме живой массы поросят на 11,9–15,6 % и сохранности – на 5,4–6,5 % в сравнении с обогревом от пола или инфракрасными лампами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Prewaning survival in swine / Lay Jr. D.C. et al. // J. Anim. Sci. – 2002. – Vol. 80. – P. 74–86.
2. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine / Fix J.S. et al. // Livest. Sci. – 2010. – 127. – P. 51–59.
3. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine / Fix J.S. [et al.] // Livest. Sci. – 2010. – Vol. 132. – P. 98–106.
4. Non-infectious causes of preweaning mortality in piglets / R. Muns et al. // Livestock Science. – 2016. – Vol. 184. – P. 46–57.
5. The neuroscience of adaptive thermoregulation / MJ Jr. Angilletta et al. // Neuroscience Letters. – 2019. – Vol. 692. – P. 127–136.
6. Tan, C. L. Regulation of Body Temperature by the Nervous System / C. L. Tan, Z. A. Knight // Neuron. – 2018. – Vol. 98. – P. 31–48.
7. Scientific findings related to changes in vascular microcirculation using infrared thermography in the river buffalo / A. Bertoni et al. // Journal of Animal Behaviour and Biometeorology. – 2020. – Vol. 8. – P. 288–297.
8. Piglets' surface temperature change at different weights at birth / F. Caldara et al. // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. – 2014. – Vol. 27. – P. 431–438.