

Свиноводство: критические условия преодолеваем без потерь

По какой-то причине людей больше интересуют открытия и инновации. В новых технологиях видится решение всех проблем. Часто в погоне за хайтеком мало внимания уделяется вполне стандартным вещам, таким, с которыми мы сталкиваемся ежедневно. А ведь именно в этих рутинных и абсолютно понятных, на первый взгляд, моментах кроется множество подводных камней. Например, один из важных пунктов в промышленном свиноводстве — тепловой баланс помещений. От того, сможете ли вы уравновесить чаши весов, во многом зависит благополучие свиноголовья. И здесь не нужны нанотехнологии. Вполне достаточно знаний школьного курса физики. И это на практических примерах доказывает технолог ООО «КонсультантАгро» Сергей Жуковский.

Подготовила Ольга Еременко |

Если представить тепловой баланс в виде весов, то на одной чаше будут теплопотери от вентиляции и потери тепла через элементы зданий, на второй — теплопродукция животных (рис. 1).

При установлении равновесия между этими величинами создаются термонейтральные условия. Они наиболее комфортны для животного, и именно при них возможно достижение максимальной продуктивности.

На тепловую среду помещения, где находится животное, оказывают влияние следующие физические факторы:

- содержание водяного пара в воздухе;
- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- температура окружающих поверхностей.

Все эти параметры технолог может и должен контролировать. Это нужно для того, чтобы управлять передачей тепловой энергии от животных в окружающую среду и обратно. Тепло передается всегда от более горячего тела к менее горячему, а сама передача длится до наступления термодинамического равновесия, т. е. до тех пор, пока температура обоих тел не сравняется. Об этом говорит и второй закон термодинамики. Передача тепловой энергии может быть прямой (при контакте тел) и опосредованной. Сегодня мы поговорим о таких известных видах передачи тепла, как **конвекция, излучение, теплопроводность и испарение**.

Прежде чем перейти к управлению термопроцессами, разберемся с терминологией. Итак, **конвекция** — это передача тепла, которая происходит в результате физического контакта свиньи с воздухом, грязью или водой при температуре, отличной от внутренней температуры свиньи. Существует естественная конвекция, при которой нижние и верхние слои воздуха циркулируют в зависимости от их температур: теплый воздух поднимается вверх, а более плотная холодная воздушная масса опускается.

Суть конвекции в том, что вокруг свиньи всегда есть воздушная прослойка, с которой животное постоянно обменивается теплом. Кстати, это один из самых активных видов



Рис. 1. Тепловой баланс на свиномкомплексе



Технолог ООО «КонсультантАгро» Сергей Жуковский

теплообмена, при котором животное теряет много тепловой энергии. Пример конвекции — охлаждение свиньи вентилятором. Обдувая животное, мы способствуем скорейшему выделению выделяемого им тепла (рис. 2).

При этом интенсивность теплообмена будет зависеть от:

- разницы температур тела свиньи и воздушного пространства;
- скорости движения воздуха;
- температуры и влажности внутри помещения;
- площади контакта свиньи с поверхностью.

Второй рассматриваемый вид теплообмена — **излучение** — основан на передаче тепловой энергии, имеющей форму волн или частиц. Суть в том, что от живого тела (свиньи) исходит длинноволновое инфракрасное излучение, которое поглощается конструкцией здания — полом и стенами элементами. Элементы здания чаще всего намного холоднее, чем тело свиньи (рис. 3).

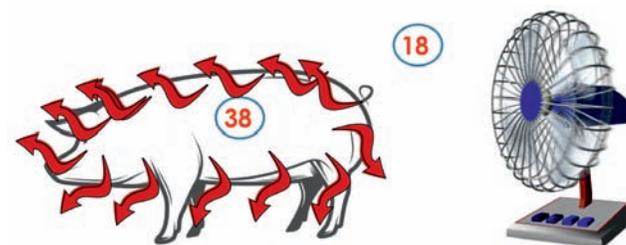


Рис. 2. Конвекция

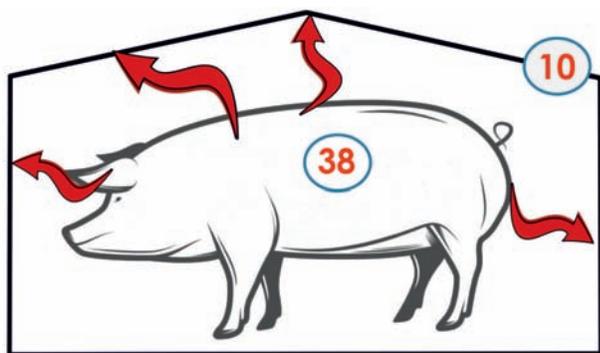


Рис. 3. Излучение

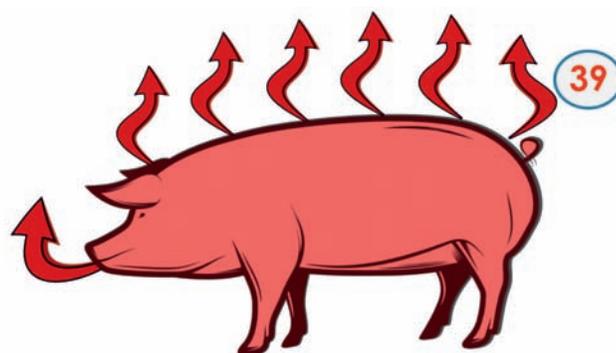


Рис. 4. Испарение

Определяющие факторы при передаче тепла путем излучения:

- дельта температур тела свиньи и ограждающих конструкций;
- температура и влажность внутри помещения;
- площадь поверхности свиньи.

Этому виду теплопередачи в практическом свиноводстве придается недостаточное значение. А зря. Скажем, в помещении холодно, вы включаете калорифер, повышая температуру в секции. Однако вам нужно нагреть не только воздух в помещении, но и пол, стены, оборудование. Если этого не сделать, эффективность такого мероприятия будет низкая. Или вторая крайность: вы нагреваете окружающее свинью пространство до температуры, превышающей температуру тела животного. Это тоже плохо. В идеале же вы должны достичь термодинамического баланса, когда теплопродукция свиньи и теплопотери будут уравновешены.

Способность материальных тел проводить энергию от более нагретых частей тела к менее нагретым путем хаотического движения частиц этого тела называется **теплопроводностью**. В отличие от двух первых видов, теплопроводность подразумевает прямой контакт животного с предметом.

Скорость теплоотдачи зависит от площади контакта животного с поверхностью, дельты температур между ними и теплопроводности материала контактирующего с животным предмета. Простой пример: лежа на боку, свинья теряет тепловую энергию быстрее и больше, чем в случае, когда она стоит. Также не последнюю роль будет играть тип пола: теплопроводность бетона и соломенной подстилки сильно различается.

При конвекции и излучении теплообмен происходит между животным и воздушными массами в помещении. Но все эти три вида передачи тепла (конвекция, излучение и теплопроводность) объединяет возможность измерения количества выделяемого тепла.

Четвертый вид передачи тепла — **испарение**. Это процесс фазового перехода вещества из жидкого в газообразное или газообразное, происходящий на поверхности вещества. Что важно, этот термодинамический процесс происходит под воздействием температурных колебаний. Относительно свиньи это работает так: влага превращается в пар и передается через поверхность тела и дыхательные пути животного (рис. 4).

На интенсивность испарения влияют:

- относительная влажность и температура воздушного пространства;



Рис. 5. Выделение водяного пара для охлаждения

- объем выдыхаемого свиньями воздуха;
- скорость движения воздуха.

Эти знания точно не будут лишними при выборе и последующей настройке вентиляции. Например, для регулировок системы вентиляции важно учитывать актуальное число свиней и их вес. Небольшое количество животных с явным недобором живой массы при постановке на откорм будут задействовать гораздо меньший объем воздуха при дыхании, чем взрослые свиньи на откорме при переуплотненном групповом содержании.

Повысить испарение можно и за счет повышения влажности воздуха. Именно поэтому летом в жару, когда вентиляция уже не справляется, в помещении проводят мелкодисперсное распыление жидкости.

Ситуация, когда температура в помещении превышает температуру тела животного хотя бы на 1 °С, чревата для свиньи тепловым ударом. Это связано с тем, что свинья не потеет, как, например, человек или лошадь, а интенсивность ее дыхания несравнима с дыханием собаки или кролика (рис. 5).

Если ранжировать приведенные четыре вида теплопередачи по значимости для свиней, то распределение будет таким:

- I — конвекция — 25–30 %;
- II — излучение — 25–30 %;
- III — теплопроводность — до 15 % (сдерживает подкожный жир);
- IV — испарение — 6–7 %.

С теплопередачей связаны физические характеристики воздуха (температура, влажность и скорость движения воздуха), а также температура окружающей поверхности (табл. 1). В свою очередь, каждый физический параметр окружающего свинью воздушного пространства влияет на теплопередачу.

Важно, что физические факторы окружающей среды работают в «команде», дополняя друг друга. Часто в качестве примера приводят «симбиоз» температуры и влажности. Для свиней разработана специальная шкала, на которую можно ориентироваться, определяя степень комфорта животного (рис. 6).

Таблица 1. Оценка тепловой среды

Параметр	Виды передачи тепла			
	конвекция	испарение	излучение	теплопроводность
Температура воздуха	V	V	V	
Скорость движения воздуха	V	V		
Температура окружающей среды			V	V
Содержание водяного пара в воздухе		V		

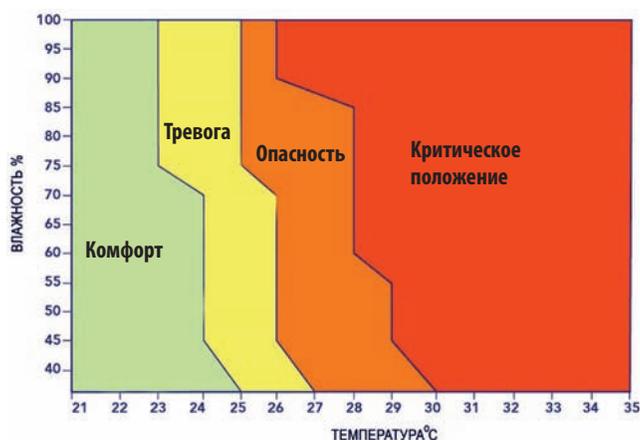


Рис. 6. Оценка тепловой среды. Влияние содержания водяного пара в сочетании с температурой на свиней

Из графика видно, что температура 25 °C и влажность менее 40 % — верхний порог, когда свинья будет чувствовать себя комфортно. В случае повышения влажности при неизменной температуре степень комфорта будет падать, но до опасной зоны еще далеко. Стоит оперативно что-то предпринять, если температура воздуха поднялась выше 25 °C, а влажность достигла 75 %. Это говорит о том, что вы теряете контроль над ситуацией. В этом случае есть смысл снизить влажность, т. к. температура еще не является критической.

Комфортное ощущение свиньей окружающей среды определяется эффективно-эквивалентной температурой (ЭЭТ). Этим термином обозначается температура, которая ощущается живым организмом (в данном случае — свиньей) при определенной относительной влажности воздуха и скорости движения воздуха в помещении или пространстве (рис. 7)

Оценивая ощущения свиньи в предложенных ей условиях, учитывайте положение животного в пространстве. Например, если свинья лежит, то роль теплопроводности возрастает, поскольку увеличивается площадь контакта тела животного и пола.

Если две группы животных разместить в одинаковых помещениях с температурой воздуха 20 °C и с помощью вентиляторов задать скорость движения воздуха для одной группы 0,2 м/с, а для второй 1,0 м/с, окажется, что ощущать температуру свиньи в разных группах будут по-разному (рис. 8). Повышение скорости движения воздуха в плохо прогреваемых помещениях в зимний период может привести к переохлаждению животных.

Эти базовые, хорошо забытые со школьных времен знания позволят вам понимать, что происходит на свином комплексе, и управлять тепловой средой. Важно осознать: если мы не будем управлять средой, за нас это сделают свиньи. Но с одной лишь целью — поддержать внутреннюю температуру собственного тела, чтобы жить.

Классический пример: когда мы видим свиней, валяющихся в грязи, это говорит о том, что температура окружающей среды слишком высока. Животным некомфортно, и они пытаются охладиться. Выглядит неэстетично, зато, по мнению свиньи, очень эффективно. При некомфортных условиях жи-

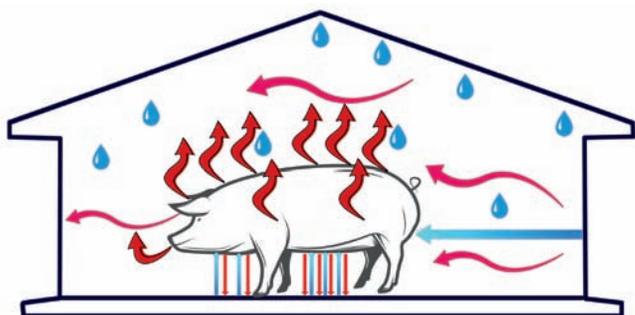


Рис. 7. Эффективно-эквивалентная температура

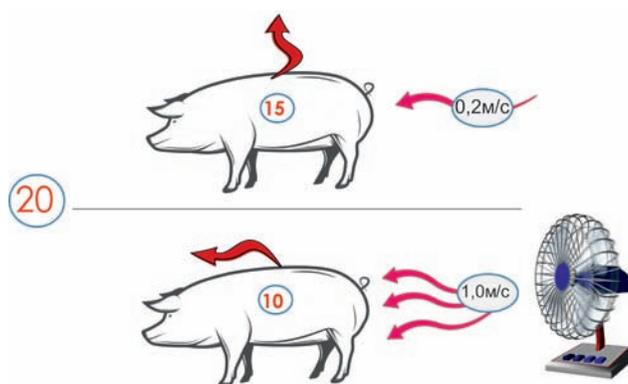


Рис. 8. Эффективно-эквивалентная температура и скорость движения воздуха

вотные постараются улучшить ситуацию так, как умеют: они будут дрожать, тяжело дышать, сбиваться в кучи, чрезмерно потреблять корм или, наоборот, снижать его потребление. В некоторых случаях можно наблюдать, как животные меняют местами зоны отдыха и дефекации. Такое отклоняющееся от нормы поведение должно настораживать, заставляя разбираться в причинах и устранять их.

Температурный комфорт в термонейтральной зоне

В Беларуси зима-2020/21 и лето-2021 били многолетние температурные рекорды. Наружные датчики, установленные на одном из отечественных свиномкомплексов, зимой зафиксировали температуру -20°C , а летом $+32^{\circ}\text{C}$. Дельта — 52°C . Это очень много. Не стоит забывать и о колебаниях суточных температур. В целом наша задача — обеспечить животным комфортное существование, вне зависимости от поры года и времени суток. Мы уже много говорили о зоне температурного комфорта, которую также часто называют термонейтральной зоной. Это максимально удобный для животного диапазон температур, имеющий нижний и верхний пределы (рис. 9).

Обозначенная красным цветом кривая на графике — теплопродукция свиньи. В термонейтральной зоне показатель стабилен. Но уже после прохождения нижней и верхней критических температурных точек (НКТ и ВКТ) теплопродукция растет. В первом случае (до достижения НКТ) это чревато гипотермическим стрессом, во втором (после прохождения ВКТ) — гипертермическим. Если гипертермический стресс достигает значения, когда животное самостоятельно не может с ним справиться, свинья может умереть от переохлаждения. Особенно высок риск для маленьких поросят, у которых терморегуляция еще недостаточно развита, чтобы противостоять неблагоприятным температурным факторам.

Диапазон термонейтральной зоны зависит от возраста и массы животного (рис. 10). Известно, что масса свиньи по отношению к площади тела увеличивается непропорционально. Поэтому чем меньше вес животного, тем оно чувствительнее к температурам за пределами зоны комфорта.

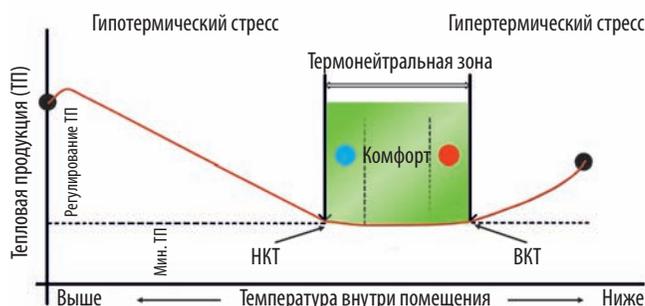


Рис. 9. Термонейтральная зона

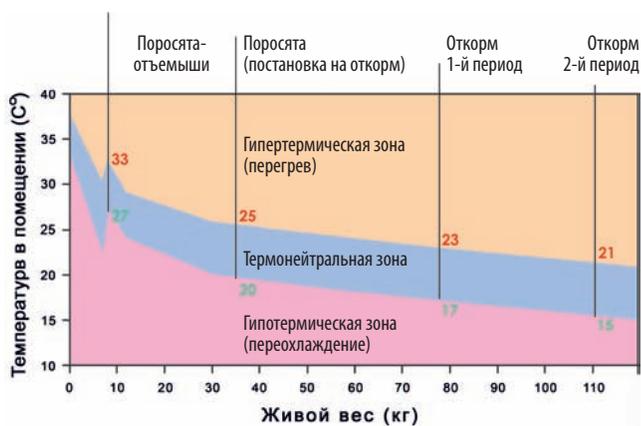


Рис. 10. Границы температурного комфорта для животных разных возрастов

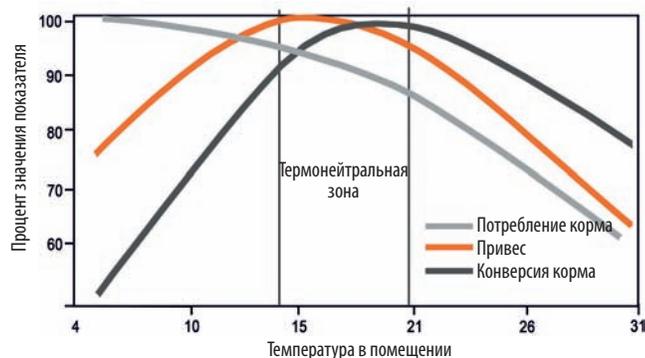


Рис. 11. Влияние температуры воздуха на продуктивность свиней на откорме в термонейтральном диапазоне температур и в температурных режимах теплового стресса

Но дело не только в комфорте свиней. Для практиков важнее привесы, потребление и конверсия корма. Исследования, проведенные в университете штата Айова (США), показывают взаимосвязь этих показателей с ЭЭТ (рис. 11).

Из графика видно, что максимальные привесы достигаются только в термонейтральной зоне. Если температура в помещении ниже оптимальной, очень высокое потребление корма не обеспечивается соответствующим уровнем привесов, потому что часть энергии кормов животное расходует на терморегуляцию организма. В случае превышения оптимального температурного максимума потребление животными корма будет снижаться, как и привес.

Расчетные данные по привесам, потреблению и конверсии корма представлены в табл. 2. Для приведенного примера оптимальная температура содержания свиней — 22 °С. При 15 °С потребление корма высокое, но, как мы уже говорили, часть энергии тратится на обогрев, отсюда высокая конверсия и относительно слабые среднесуточные привесы. При 30 °С в помещении животные очевидно отказываются от корма. Как следствие, среднесуточные привесы снижаются на 159 г, или на 20 % по сравнению с оптимальным для приведенного случая показателем.

Таблица 2. Некоторые производственные показатели при различной температуре воздуха в помещении

Показатель	Температура воздуха в помещении, °С		
	15	22	30
Среднесуточный привес, г	770	798	639
Суточное потребление корма, кг	2,20	1,90	1,58
Конверсия корма	2,91	2,41	2,52

Winter is coming

Начался декабрь, а значит, самое время поговорить о содержании свиней в холодный период. Прежде всего, не стоит оценивать эффективно-эквивалентную температуру для свиней, основываясь на личных ощущениях. Есть ряд показателей, которые подскажут, что температурную планку в помещении стоит поднять:

- температура воздуха за пределами НКТ;
- поведение свиней (сбивание в кучи, повышение мышечно-го тонуса — дрожь, замедление пульса, увеличение потребления корма).

Если при входе в помещение вы визуально зафиксировали такое поведение свиней, ищите причину или даже целый комплекс негативных факторов. Причинами переохлаждения животных в зимний период могут быть:

- низкая температура воздуха в помещении;
- воздушный поток;
- низкая температура пола и стен.

При снижении температуры воздуха в помещении всего на 1 °С от нижней критической точки термонейтральной зоны возрастает потребление корма. Причем это значение меняется в зависимости от возраста, массы и кондиции животного (табл. 3).

Таблица 3. Увеличение потребления корма при снижении температуры ниже НКТ на 1 °С

Группа/категория	Живой вес, кг	Увеличение потребления корма, г/сутки
Поросята-отъемыши	9	8
Поросята на доращивании	20	15
Молодняк на откорме	90	40
Свиноматки тощие	140	66
Свиноматки жирные	205	40

Простой математический расчет при постановке поросят на откорм, НКТ — 20 °С (см. рис. 10). Допустим, температура воздуха в помещении зимой упала до 17 °С. Разница всего 3 °С обуславливает увеличение потребления корма одним поросенком на 120 г/сутки (40 · 3). А теперь пересчитайте это с учетом всего поголовья свиней, находящегося в помещении с неоптимальными температурными показателями. Затем просчитайте количество дней этих животных на откорме, разумеется, с оглядкой на то, что период откорма до достижения желаемой убойной массы увеличится, т. к. увеличение потребления корма не обеспечивается соответствующими привесами. Сумма издержек вас неприятно поразит.

Уравновесить чаши весов можно за счет обогрева и дополнительной теплоизоляции помещений (рис. 12).

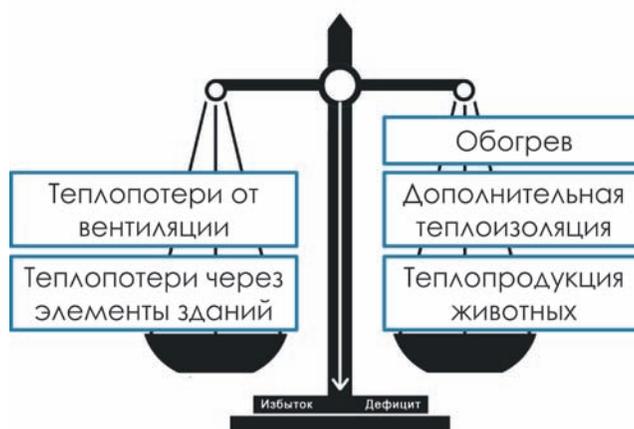


Рис. 12. Тепловой баланс в холодный период

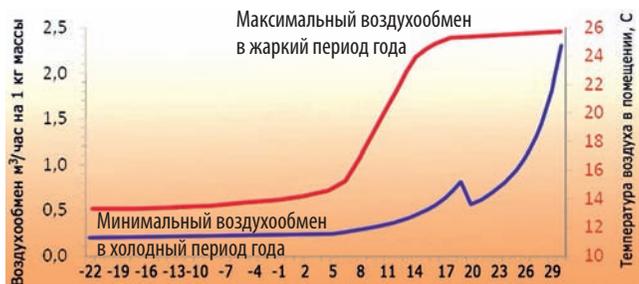


Рис. 13. Организация воздухообмена в холодный период для снижения теплотерей от вентиляции

На практике это получается не всегда: теплоизоляция требует капитальных вложений, а без теплоизоляции обогрев помещений будет неэффективен.

Впрочем, теплоизоляция может быть и естественной. Например, зимой-2020/21 крыши многих свинопунктов украшали большие снежные шапки. Снег — неплохой теплоизолятор, кроме того, он бесплатный.

Не забывайте и о второй чаше весов: у вас есть резерв по сокращению теплотерей от вентиляции. Зимой свинье нужно в разы меньше воздуха, чем летом. И следует постараться организовать воздухообмен так, чтобы избежать поступления холодных воздушных масс сверх потребности животных в помещении (рис. 13).

Самыми эффективными с точки зрения контроля теплотерей в холодный период считаются шахтные системы приточно-вытяжной вентиляции с функцией рециркуляции воздуха. Они хороши тем, что холодный воздух, поступающий снаружи, не сразу попадает в помещение, а, смешиваясь с теплым воздухом в верхних слоях, равномерно распределяется в них.

Жаркий период

Жаркий период характеризуется:

- температурой воздуха в помещении за пределами ВКТ;
- характерными поведенческими реакциями свиней (модели лежания, способствующие увеличению площади соприкосновения с полом, тяжелое дыхание или одышка, рост потребления воды, сокращение потребления корма).

Многочисленные исследования установили, что при подъеме температуры воздуха выше ВКТ падает потребление свиньями корма (рис. 14).

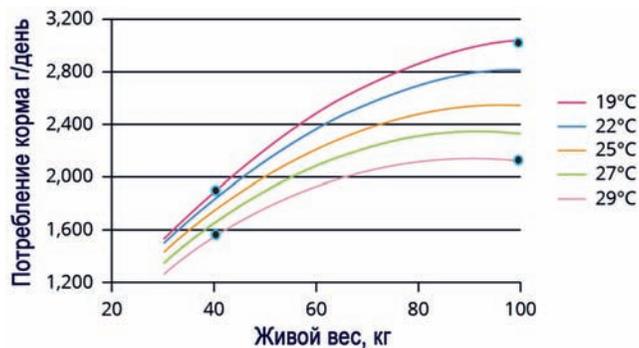


Рис. 14. Уровень потребления корма свиньями на откорме в зависимости от температуры воздуха в помещении

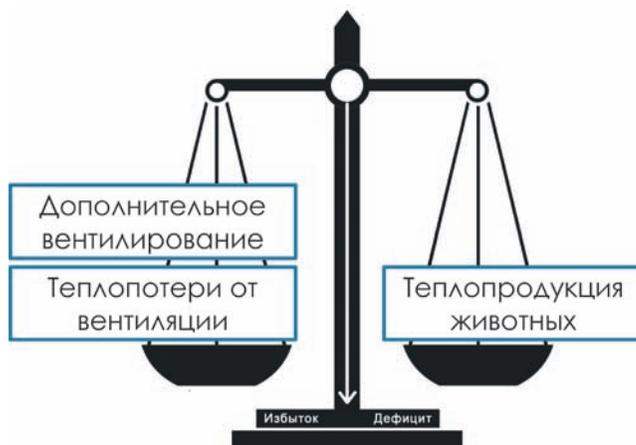


Рис. 15. Тепловой баланс в жаркий период

Дисбаланс тепловой энергии в жаркий период характеризуется превышением теплопродукции над совокупными потерями тепла. Восстановить нарушенное равновесие можно за счет дополнительного вентилирования помещений (рис. 15).

Выше мы говорили, что от скорости движения воздуха, температуры и влажности в помещении зависит эффективно-эквивалентная температура. Следовательно, на ощущения свиней мы можем влиять, регулируя эти значения. Так, повышение скорости движения воздуха снижает температуру в помещении до комфортного для животных значения. При этом не забывайте, что ЭЭТ для свиней разных возрастов, веса и кондиций будет сильно различаться. Например, при скорости движения воздуха 0,5 м/с свиньи массой 60 кг будут ощущать снижение температуры воздуха в помещении приблизительно на 2,5 °C, а 30-килограммовые поросята — на 4,5 °C (рис. 16).

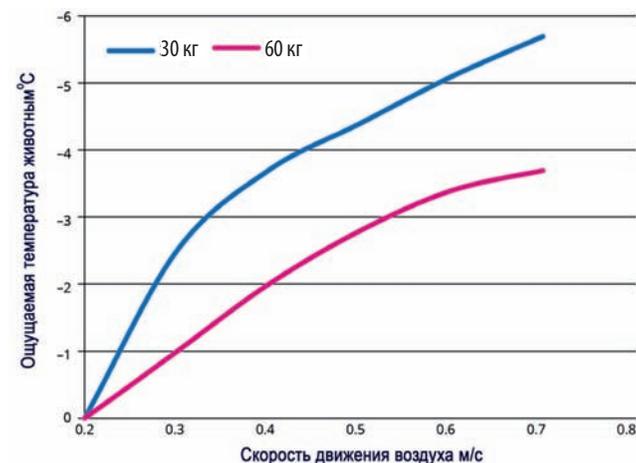


Рис. 16. Влияние повышения скорости движения воздуха на ощущаемую температуру тела свиней в жаркий период

Современные системы вентиляции с компьютерным управлением микроклиматом в помещении открывают огромные возможности для свиноводства не только в части улучшения условий для животных, но и с точки зрения обеспечения лучших показателей по привесам, потреблению корма и конверсии. ■

