

Научная статья

УДК 636.59.033

DOI: 10.55196/2411-3492-2026-2-52-31-39

Выращивание бройлеров на глубокой подстилке при различной интенсивности циркуляции воздуха в птичниках в переходный климатический период года

Виктор Викторович Малородов

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, улица Тимирязевская, 49, Москва, Россия, 127434

malorodov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9033-7552>

Аннотация. Интенсификация производства мяса бройлеров связана с необходимостью дополнительного контроля технологических процессов. Одним из основных условий эффективного выращивания цыплят наряду с генотипом и факторами, определяющими фенотип птицы, является микроклимат в птичниках промышленных предприятий. Как показывает практика, в настоящее время недостаточно контролировать воздухообмен и обогрев птицы, опираясь на показатели контроллера микроклимата. В исследованиях, выполненных в марте-апреле 2024 года на птицефабрике ООО «Челны-Бройлер» (Республика Татарстан) в условиях континентального климата бройлеров кросса «Росс 308» выращивали до 39-суточного возраста. Для опыта сформировали 3 группы суточных цыплят, которых разместили в трёх различных производственных корпусах. Воздухообмен в птичнике обеспечивала приточно-вытяжная вентиляция, работающая по принципу отрицательного давления. В опытных группах 2 и 3 для повышения равномерности воздухообмена применяли дополнительные элементы системы вентиляции – циркуляционные осевые вентиляторы SF-550-02 производительностью 8,5 тыс. м³/ч каждый (во 2-й группе 3 шт., в 3-й группе 5 шт.). Экспериментально установлено, что для повышения зоотехнической и экономической эффективности выращивания бройлеров, снижения амплитуды температуры, относительной влажности воздуха и устранения микроклиматической зональности в птичниках (учитывая расчётные значения индекса равномерности микроклимата) рекомендуется повышать интенсивность циркуляции воздуха в переходный климатический период года за счет дополнительной циркуляции воздуха с интенсивностью 25,5 тыс. м³/ч при помощи 3 циркуляционных вентиляторов производительностью 8,5 тыс. м³/ч в помещении закрытого типа с общей площадью пола 1152 м². Включение циркуляционных вентиляторов производить начиная с 10-суточного возраста бройлеров синхронно с работой газогенераторов открытого горения.

Ключевые слова: бройлеры, микроклимат, индекс равномерности микроклимата, воздухообмен, циркуляция воздуха, зоотехническая и экономическая эффективность

Для цитирования: Малородов В. В. Выращивание бройлеров на глубокой подстилке при различной интенсивности циркуляции воздуха в птичниках в переходный климатический период года // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В. М. Кокова. 2026. № 2(52). С. 31–39. DOI: 10.55196/2411-3492-2026-2-52-31-39

Original article

Growing of broilers on deep litter with varying air circulation intensity in poultry houses during the transitional climatic period of the year

Viktor V. Malorodov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 49 Timiryazevskaya Street, Moscow, Russia, 127434

malorodov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9033-7552>

Abstract. The intensification of broiler meat production is associated with the need for additional control of technological processes. One of the main conditions for the effective growing of chickens, along with the genotype and factors determining the phenotype of poultry, is the microclimate in the poultry houses of industrial enterprises. As practice shows, it is currently not enough to control the air exchange and heating of poultry based on the indicators of the microclimate controller. In studies performed in March-April 2024 at the poultry farm of Naberezhnye Chelny-Broiler LLC (Republic of Tatarstan) in a continental climate, Ross 308 cross broilers were raised to 39 days of age. For the experiment, 3 groups of day-old chickens were formed, which were placed in three different production buildings. The air exchange in the poultry house was provided by supply and exhaust ventilation, operating on the principle of negative pressure. In experimental groups 2 and 3, additional elements of the ventilation system were used to increase the uniformity of air exchange – SF-550-02 circulating axial fans, each with a capacity of 8,5 thousand m³/h (in group 2 – 3 units, in group 3 – 5 units). It has been experimentally established that in order to increase the zootechnical and economic efficiency of broiler farming, reduce the amplitude of temperature, relative humidity and eliminate microclimatic zonation in poultry houses, taking into account the calculated values of the microclimate uniformity index, it is recommended to increase the intensity of air circulation during the transitional climatic period of the year by applying additional air circulation with an intensity of 25,5 thousand m³/h using 3 circulation fans, each with a capacity of 8,5 thousand m³/h in an enclosed space with a total floor area of 1152 m². The circulation fans should be switched on starting from the age of 10 days of the broilers, synchronously with the operation of open-burning gas generators.

Keywords: broilers, microclimate, microclimate uniformity index, air exchange, air circulation, zootechnical and economic efficiency

For citation: Malorodov V.V. Growing of broilers on deep litter with varying air circulation intensity in poultry houses during the transitional climatic period of the year. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov.* 2026;2(52):31–39. (In Russ.). DOI: 10.55196/2411-3492-2026-2-52-31-39

Введение. Интенсификация производства мяса бройлеров связана с необходимостью дополнительного контроля технологических процессов. Одним из основных условий эффективного выращивания цыплят наряду с генотипом и факторами, определяющими фенотип птицы, является микроклимат в птичниках промышленных предприятий. Как показывает практика, в настоящее время недостаточно контролировать воздухообмен и обогрев птицы, опираясь на показатели контроллера микроклимата [1]. Применяют также мобильные измерительные системы, позволяющие в режиме реального времени отображать фактические параметры микроклимата в отдельных частях и зонах птичника [2, 3]. На современных птицефабриках применяют высокоэффективные системы вентиляции и рекуперации тепла [4], однако из-за большой площади и объёмов промышленных помещений для выращивания бройлеров существует необходимость создания однородных микроклиматических условий на всей производственной площади [5].

В переходный для центральных регионов Российской Федерации климатический период года (весна и осень) критическим для контроля параметром микроклимата является относительная влажность воздуха, так как увеличивается среднесуточное количество осадков. Переувлажнение воздуха в птичнике влечёт за собой снижение скорости движения воздуха, увеличение концентрации аммиака в воздухе, ухудшение качества подстилочного материала и, как следствие, снижение эффективности выращивания бройлеров [6]. Снизить количество влаги в воздухе возможно за счёт изменения интенсивности воздухообмена и внутренней циркуляции воздуха в птичнике [7]. Дополнительное перемешивание воздушных потоков позволяет также снизить концентрацию вредных газов на отдельных участках производственной площади птичника [8].

Необходимо формировать равномерный микроклимат на всей производственной площади птичников, так как микроклиматическая зональность в помещениях для выращивания цыплят на глубокой подстилке снижает эф-

фективность производства мяса бройлеров [9]. Один из технологических способов формирования равномерного микроклимата в промышленных птичниках – применение циркуляционных вентиляторов, обеспечивающих дополнительное перемешивание воздушных потоков в помещении [10]. Дополнительная циркуляция воздуха в птичнике способствует увеличению скорости роста бройлеров при выращивании на глубокой подстилке и улучшает здоровье вентральной поверхности стоп ног [11].

Цель исследования – научно обосновать необходимость повышения интенсивности циркуляции воздуха в птичнике для эффективного выращивания бройлеров на глубокой подстилке в переходный климатический период года.

Материалы, методы и объекты исследования. Исследования выполнены в марте-апреле 2024 года на птицефабрике ООО «Челны-Бройлер» (Республика Татарстан) в условиях континентального климата. Бройлеров кросса «Росс 308» выращивали до 39-суточного возраста на глубокой подстилке с плотностью посадки 18,5 гол./м² производственной площади, идентичной во всех группах. Схема опыта представлена в таблице 1. Для опыта сформировали 3 группы суточных цыплят, которых разместили в трёх различ-

ных производственных корпусах размером 12×96×4 м каждый с общей площадью пола 1152 м². В каждом птичнике (группе) из всего поголовья методом случайной выборки отбирали по 90 цыплят без разделения по полу для индивидуального учёта живой массы. Кормление осуществляли 7-фазовое с фронтом кормления 2,5 см/гол.; поение ниппельное с нагрузкой 10 гол./ниппель. Цыплята всех групп получены от одновозрастной (45 недель) птицы родительского стада.

Воздухообмен в птичнике обеспечивали приточно-вытяжной вентиляцией, работающей по принципу отрицательного давления. Регулирование системы вентиляции производили посредством контроллера микроклимата «Ротэм». Приток воздуха из внешней среды обеспечивался приточными шахтами в количестве 12 шт., установленными в крыше через каждые 6–7 м друг от друга в шахматном порядке. Регулирование степени открытия заслонок приточных шахт осуществлялось в соответствии с минимальным уровнем работы вентиляции. Удаление воздуха из птичника обеспечивали с помощью 4 аналогичных вытяжных вентиляторов суммарной производительностью 74 тыс. м³/ч в режиме минимальной работы вентиляторов, установленных в тыльной торцевой стене.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of experience

Показатель	Группа		
	1-я (к)	2-я	3-я
Количество циркуляционных вентиляторов, штук	–	3	5
Суммарная производительность, тыс. м ³ /ч	–	25,5	42,5
Синхронная работа вентиляторов с газогенераторами, зона птичника	–	Передняя торцевая (слева) и центральная (слева и справа)	Передняя торцевая (слева и справа), центральная (слева и справа) и тыльная торцевая (слева)

Отопление птичника осуществляли шестью газогенераторами открытого горения с дальностью тепловой струи воздуха до 70 м, установленными по 3 шт. с каждой стороны корпуса на высоте 1,8 м от уровня пола до центра выходного отверстия газогенератора

на расстоянии 1,5 м от стены и направленными вдоль наружной к окружающей среде стены к вытяжной вентиляции. Факелы горения были направлены к центру зала с обеспечением направления воздушного потока по часовой стрелке.

В опытных группах 2 и 3 для повышения равномерности воздухообмена применяли дополнительные элементы системы вентиляции – циркуляционные осевые вентиляторы SF-550-02 производительностью 8,5 тыс. м³/ч каждый (во 2-й группе 3 шт., в 3-й группе 5 шт.). Включение циркуляционных вентиляторов осуществляли начиная с 10-суточного возраста бройлеров синхронно с работой системы отопления. До 10-суточного возраста цыплят система отопления работала автономно без циркуляционных вентиляторов. В контрольной группе циркуляционные вентиляторы отсутствовали.

Технологические условия выращивания бройлеров соблюдали в соответствии с руководством производителя кросса бройлеров [12].

Параметры микроклимата измеряли на уровне головы стоящей птицы от 7 до 25 см от уровня пола в зависимости от возраста птицы. Измерение параметров микроклимата проводили еженедельно начиная с суточного возраста цыплят в одно и то же время суток (с 10 до 12 ч). Параметры микроклимата учитывали в соответствии с техническим паспортом измерительных приборов в течение 1 минуты в одной точке измерения для одного показателя. Все измерительные приборы сертифицированы, калиброваны и поверены.

Для переходного периода года в настоящем исследовании определили 6 точек измерения параметров микроклимата (по две в передней, средней и тыльной частях птичника по левую и правую сторону соответственно в равноудалённых зонах размещения птицы). Учёт и расчёт значений амплитуды отклонений температуры и относительной влажности воздуха, индекса равномерности микроклимата выполняли еженедельно в период с 14-суточного до предубойного возраста цыплят.

Для контроля равномерности распределения воздушных потоков в птичнике применяли индекс равномерности микроклимата (ИРМ), рассчитываемый по распределению концентрации углекислого газа в воздушной среде производственного помещения:

$$\text{ИРМ} = \frac{\bar{X}}{\sum \pm \Delta \bar{X}},$$

где

\bar{X} – среднее арифметическое значение измерений содержания CO₂;

$\sum \pm \Delta \bar{X}$ – сумма положительных и отрицательных отклонений от среднего арифметического значения [13].

Результаты и обсуждение. Результаты измерения температуры воздуха в шести различных микроклиматических зонах птичника представлены в таблице 2. Косвенно подтвердить повышение равномерности воздухообмена (микроклимата) в помещении возможно, интерпретируя данные об амплитуде температуры воздуха в пределах возраста бройлеров. По мере уменьшения амплитуды (разности между максимальным и минимальным значением измерений) повышается однородность микроклимата на всей производственной площади. В переходный климатический период года, судя по значениям амплитуды температуры воздуха, достаточно применение 3 вентиляторов для обеспечения дополнительной циркуляции воздуха в птичнике. В среднем за весь период выращивания амплитуда температуры воздуха в группе 2 по сравнению с контрольной группой ниже в 2 раза, по сравнению с группой 3 – в 1,6 раза.

Результаты измерения относительной влажности воздуха в шести различных микроклиматических зонах птичника представлены в таблице 3. Аналогичная с температурой тенденция наблюдается при анализе относительной влажности воздуха, что свидетельствует о достаточности 3 вентиляторов для обеспечения дополнительной циркуляции воздуха в птичнике. В среднем за весь период выращивания амплитуда относительной влажности воздуха в группе 2 по сравнению с контрольной группой ниже в 2,1 раза, по сравнению с группой 2 – в 1,7 раза.

Расчётные значения индекса равномерности микроклимата (ИРМ) по концентрации углекислого газа представлены в таблице 4. Среднее арифметическое значение ИРМ в группе 2 выше по сравнению с группами 1 (контрольной) и 2 на 4,2 и 1,5 единицы соответственно.

Интерпретировать полученные индексные значения (табл. 4) возможно по разработанной нами шкале оценки индекса равномерности микроклимата (табл. 5).

Результаты расчёта индекса в контрольной группе за весь период выращивания бройлеров указывают на недостаточно равномерный микроклимат и необходимость регулировки цикла работы системы вентиляции. В группе 3 ИРМ за весь период выращивания бройле-

ров соответствует достаточно равномерному микроклимату. Наивысший индекс равномерности микроклимата, полученный за весь период выращивания бройлеров в группе 2 (8,3 единицы), указывает на оптимальный

микроклимат в помещении и подтверждает целесообразность применения 3 вентиляторов для дополнительной циркуляции воздуха в птичнике в переходный климатический период года.

Таблица 2. Максимальные (max), минимальные (min) и амплитудные (A) значения температуры воздуха в птичнике, °C

Table 2. Maximum (max), minimum (min) and amplitude (A) values of the air temperature in the poultry house, °C

Возраст, сутки	Группа								
	1-я (к)			2-я			3-я		
Значение	max	min	A	max	min	A	max	min	A
14	30,7	28,0	2,7	30,4	29,4	1,0	31,5	30,2	1,3
21	29,8	27,5	2,3	28,2	26,1	2,1	29,5	27,2	2,3
28	26,9	24,8	2,1	26,2	25,1	1,1	26,3	24,9	1,4
35	22,8	20,4	2,4	23,0	21,4	1,6	23,7	21,4	2,3
39	24,2	21,8	2,4	23,2	22,8	0,4	23,5	21,5	2,0
Среднее значение	–	–	2,4	–	–	1,2	–	–	1,9

Таблица 3. Максимальные (max), минимальные (min) и амплитудные (A) значения относительной влажности воздуха в птичнике, %

Table 3. Maximum (max), minimum (min) and amplitude (A) values of relative humidity in the poultry house, %

Возраст, сутки	Группа								
	1-я (к)			2-я			3-я		
Значение	max	min	A	max	min	A	max	min	A
14	40,7	33,5	7,2	41,4	38,4	3,0	44,4	38,6	5,8
21	60,3	54,0	6,3	59,0	56,4	2,6	61,8	56,3	5,5
28	70,7	69,0	1,7	69,8	69,0	0,8	70,4	68,9	1,5
35	69,4	67,0	2,4	71,4	69,5	1,9	71,8	69,8	2,0
39	71,8	69,5	2,3	71,6	70,4	1,2	71,2	69,8	1,4
Среднее значение	–	–	4,0	–	–	1,9	–	–	3,2

Таблица 4. Индекс равномерности микроклимата (ИРМ) в воздушном пространстве птичника, единиц

Table 4. Microclimate uniformity index (MUI) in the air space of the poultry house, units

Возраст, сутки	Группа		
	1-я (к)	2-я	3-я
14	5,7	7,5	4,2
21	4,3	8,1	4,3
28	1,8	8,4	5,3
35	7,8	7,8	14,4
39	1,2	9,9	5,9
Среднее арифметическое значение за 25 суток	4,1	8,3	6,8

Таблица 5. Шкала оценки индекса равномерности микроклимата (ИРМ) в птичниках
Table 5. Scale of assessment of the microclimate uniformity index (MUI) in poultry houses

Сумма отклонений от среднего значения ИРМ, %	ИРМ, единиц	Оценка	Рекомендации производству
≤12,5	≥8,0	Микроклимат оптимальный	–
12,6–20,0	7,9–5,0	Микроклимат достаточно равномерный	Контроль за временем работы газогенераторов, электрозапитанных с циркуляционными вентиляторами
20,1–30,0	4,9–3,3	Микроклимат недостаточно равномерный	Регулировка цикла работы системы вентиляции
30,1–40,0	3,2–2,5	Микроклимат неравномерный	Установка дополнительно 3-х циркуляционных вентиляторов производительностью 8,5 тыс. м ³ /ч каждый
40,1–50,0	2,4–2,0	Микроклимат значительно неравномерный	Увеличение количества циркуляционных вентиляторов от 4 до 6 производительностью 8,5 тыс. м ³ /ч каждый
>50,0	<2,0	Микроклимат критически неравномерный	Необходимы конструктивные и технические изменения в приточно-вытяжной вентиляции и системе отопления

Примечание: данные справедливы для любого диапазона значений по содержанию углекислого газа в воздухе птичника.

Основные сведения об эффективности выращивания бройлеров приведены в таблице 6. Средняя живая масса цыплят между группами недостоверна и различается в пределах 15,8 г. Аналогичная тенденция прослеживается по итогам расчёта среднесуточного прироста бройлеров. Убойный выход различался между группами несущественно. Сохранность пого-

ловья бройлеров в группе 2 выше, чем в группах 1 и 3, на 0,6–0,7%. Расход корма на единицу прироста в группах практически не различался. Итоговый комплексный показатель зоотехнической эффективности выращивания цыплят – индекс продуктивности бройлеров (ИПБ) в группе 2 составил 413 единиц, что на 1%, или 4 единицы, выше, чем в группах 1 и 3.

Таблица 6. Результаты выращивания бройлеров
Table 6. Results of broilers growing

Показатель	Группа		
	1-я (к)	2-я	3-я
Средняя предубойная живая масса цыплят, г	2496,3±21,3	2501,7±20,8	2512,1±22,3
Среднесуточный прирост, г	63,0	63,1	63,4
Убойный выход, %	75,0	75,1	75,2
Сохранность, %	92,6	93,3	92,7
Расход корма на 1 кг прироста, кг	1,45	1,45	1,46
ИПБ, единиц	409	413	409

В таблице 7 приведены расчёты экономической эффективности производства мяса бройлеров в птичниках с различной интенсивностью дополнительной циркуляции воздуха. Исходя из наибольшей полученной выручки в

группе 2, вследствие производства большего количества мяса бройлеров получено прибыли больше на 2,9 и 1,0 тыс. руб. соответственно. Уровень рентабельности по сравнению с группами 1 и 3 выше на 1,6 и 0,6% соответственно.

Таблица 7. Экономическая эффективность производства мяса бройлеров
в расчёте на 1000 голов начального поголовья
Table 7. Economic efficiency of broiler meat production
per 1,000 head of initial livestock

Возраст, сутки	Группа		
	1-я (к)	2-я	3-я
Поголовье выращенных бройлеров, голов	926	933	927
Производство мяса бройлеров в живой массе, кг	2312	2334	2329
Выручка от реализации мяса бройлеров в живой массе, тыс. руб.	208,1	210,1	209,6
Полная себестоимость мяса бройлеров в живой массе, тыс. руб.	193,0	192,1	192,6
Прибыль, тыс. руб.	15,1	18,0	17,0
Уровень рентабельности, %	7,8	9,4	8,8

Выводы. Для повышения зоотехнической и экономической эффективности выращивания бройлеров, снижения амплитуды температуры, относительной влажности воздуха и устранения микроклиматической зональности в птичниках (учитывая расчётные значения индекса равномерности микроклимата) рекомендуется повышать интенсивность циркуляции воздуха в переходный климатический период года за

счет дополнительной циркуляции воздуха с интенсивностью 25,5 тыс. м³/ч при помощи 3 циркуляционных вентиляторов производительностью 8,5 тыс. м³/ч каждый в помещении закрытого типа с общей площадью пола 1152 м². Включение циркуляционных вентиляторов, синхронно работающих с газогенераторами открытого горения, следует производить начиная с 10-суточного возраста бройлеров.

Список литературы

1. CFD Simulation of Dynamic Temperature Variations Induced by Tunnel Ventilation in a Broiler House / L.-Y. Choi, K.F. Daniel, S.-Y. Lee [et al.] // *Animals*. 2024. Vol. 14. No. 20. P. 3019. DOI: 10.3390/ani14203019
2. Development of a computer-controlled closed-circuit respiratory calorimetry system to determine dietary energy utilization in broilers / H. Liu, F. Zhao, T. Sun [et al.] // *Journal of Animal Science*. 2025. No. 103. P. skaf369. DOI: 10.1093/jas/skaf369
3. Wathes C. M., Clark J. A. Sensible heat transfer from the fowl: radiative and convective heat losses from a flock of broiler chickens // *British Poultry Science*. 1981. Vol. 22. No. 2. Pp. 185–196. DOI: 10.1080/00071688108447876
4. Resource use efficiency of broiler production in tunnel-ventilated environmental control vis-à-vis open-sided conventional shed during summer / M. Kaur, A. Sharma, R. Gupta, [et al.] // *Tropical Animal Health and Production*. 2017. No. 8. Pp. 1591–1596. DOI: 10.1007/s11250-017-1363-z
5. Beek van G., Beeking F.F. A simple steady state model of the distribution of vertical temperature in broiler houses without internal air circulation // *British Poultry Science*. 1995. No. 3. Pp. 341–356. DOI: 10.1080/00071669508417782
6. Weaver Jr.W.D., Meijerhof R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens // *Poultry Science*. 1991. Vol. 70. No. 4. Pp. 746–755. DOI: 10.3382/ps.0700746
7. Computational Fluid Dynamics Modeling of a Broiler House Microclimate in Summer and Winter / E. Küçüktopcu, B. Cemek, H. Simsek, J.-Q. Ni // *Animals (Basel)*. 2022. Vol. 12. No. 7. P. 867. DOI: 10.3390/ani12070867
8. The influence of broiler activity, growth rate, and litter on carbon dioxide balances for the determination of ventilation flow rates in broiler production / S. Calvet [et al.] // *Poultry Science*. 2011. Vol. 90. No. 11. Pp. 2449–2458. DOI: 10.3382/ps.2011-01580

9. Скляр А. В., Попов В. А. Особенности регулировки минимального уровня вентиляции в птичниках в холодный период года // Птицеводство. 2024. № 12. С. 61–65. DOI: 10.33845/0033-3239-2024-73-12-61-65. EDN: IVXPPZ
10. Эффективность применения циркуляционных вентиляторов в помещении для выращивания бройлеров в холодный период года / А. К. Османян [и др.] // Зоотехния. 2020. № 1. С. 19–21. DOI: 10.25708/ZT.2019.77.27.008. EDN: DJUJPV
11. Effects of Circulation Fans on Broiler Welfare Indicators in Commercial Houses During Cold Seasons / Z. McMillian [et al.] // Journal of Applied Animal Welfare Science. 2025. Pp. 1–14. DOI: 10.1080/10888705.2025.2464560
12. Бройлеры Ross. Руководство по содержанию. 2025. 136 с. [Электронный ресурс]. URL: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/Aviagen-ROSS-Broiler-Handbook-RU.pdf (дата обращения: 12.02.2026).
13. Османян А. К., Малородов В. В. К вопросу о критериях комплексной оценки эффективности производства мяса бройлеров // Птицеводство. 2022. № 1. С. 47–51. DOI: 10.33845/0033-3239-2022-71-1-47-51. EDN: EHWOCB

References

1. Choi L.-Y., Daniel K.F., K.F. Lee K.F. [et al.]. CFD Simulation of Dynamic Temperature Variations Induced by Tunnel Ventilation in a Broiler House. *Animals*. 2024;14(20):3019. DOI: 10.3390/ani14203019
2. Liu H., Zhao F., Sun T. [et al.]. Development of a computer-controlled closed-circuit respiratory calorimetry system to determine dietary energy utilization in broilers. *Journal of Animal Science*. 2025;(103):skaf369. DOI: 10.1093/jas/skaf369
3. Wathes C.M., Clark J.A. Sensible heat transfer from the fowl: radiative and convective heat losses from a flock of broiler chickens. *British Poultry Science*. 1981;22(2):185–96. DOI: 10.1080/00071688108447876
4. Kaur M., Sharma A., Gupta R. [et al.]. Resource use efficiency of broiler production in tunnel-ventilated environmental control vis-à-vis open-sided conventional shed during summer. *Tropical Animal Health and Production*. 2017;(8):1591–1596. DOI: 10.1007/s11250-017-1363-z
5. Beek van G., Beeking F.F. A simple steady state model of the distribution of vertical temperature in broiler houses without internal air circulation. *British Poultry Science*. 1995;(3):341–56. DOI: 10.1080/00071669508417782
6. Weaver Jr.W.D., Meijerhof R. The effect of different levels of relative humidity and air movement on litter conditions, ammonia levels, growth, and carcass quality for broiler chickens. *Poultry Science*. 1991;70(4):746–55. DOI: 10.3382/ps.0700746
7. Küçüktopcu E., Cemek B., Simsek H., Ni J.-Q. Computational Fluid Dynamics Modeling of a Broiler House Microclimate in Summer and Winter *Animals (Basel)*. 2022;12(7):867. DOI: 10.3390/ani12070867
8. Calvet S. [et al.]. The influence of broiler activity, growth rate, and litter on carbon dioxide balances for the determination of ventilation flow rates in broiler production. *Poultry Science*. 2011;90(11):2449–2458. DOI: 10.3382/ps.2011-01580
9. Sklyar A.V., Popov V.A. Adjusting the minimal ventilation level in poultry houses during the cold season. *Ptitsevodstvo*. 2024;73(12):61–65. (In Russ.). DOI: 10.33845/0033-3239-2024-73-12-61-65
10. Osmanyanyan A.K. [et al.]. The efficacy of ventilation fans in the premises for growing broilers in cold season. *Zootekhnika*. 2020;(1):19–21. (In Russ.). DOI: 10.25708/ZT.2019.77.27.008. EDN: DJUJPV
11. McMillian Z. [et al.]. Effects of Circulation Fans on Broiler Welfare Indicators in Commercial Houses During Cold Seasons. *Journal of Applied Animal Welfare Science*. 2025:1–14. DOI: 10.1080/10888705.2025.2464560
12. Ross Broiler Management Guide. 2025. 136 p. [Electronic resource]. URL: https://aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/RUS_TechDocs/Aviagen-ROSS-Broiler-Handbook-RU.pdf (accessed: 12.02.2026). (In Russ.)
13. Osmanyanyan A.K., Malorodov V.V. On the Criteria and Indices for the Comprehensive Assessment of the Efficiency of Broiler Meat Production. *Ptitsevodstvo*. 2022;(1):47–51. (In Russ.). DOI: 10.33845/0033-3239-2022-71-1-47-51. EDN: EHWOCB

Сведения об авторе

Малородов Виктор Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры частной зоотехнии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», SPIN-код: 9771-8500

Information about the author

Viktor V. Malorodov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate professor of the Department of special animal husbandry, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, SPIN-code: 9771-8500

*Статья поступила в редакцию 25.03.2026;
одобрена после рецензирования 16.04.2026;
принята к публикации 23.04.2026.*

*The article was submitted 25.03.2026;
approved after reviewing 16.04.2026;
accepted for publication 23.04.2026.*