

УДК 636.083  
AGRIS L01

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/19>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОДЗЕМНОГО ХОЛОДА В СИСТЕМЕ ВЕНТИЛЯЦИИ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА

- ©*Велиев И. А.*, канд. техн. наук, Азербайджанский государственный аграрный университет  
©*Искендерова А. Д.*, канд. техн. наук, Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан  
©*Алиев Б. М.*, канд. техн. наук, Азербайджанский государственный аграрный университет, г. Гянджа, Азербайджан  
©*Салманов Б. З.*, Научно-исследовательский институт «Агротехника», г. Гянджа, Азербайджан

## INVESTIGATION OF THE USE OF UNDERGROUND COLD IN A TUNNEL-TYPE VENTILATION SYSTEM

- ©*Veliyev I.*, Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan  
©*Iskenderova A.*, Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan  
©*Aliiev B.*, Ph.D., Azerbaijan State Agrarian University, Ganja, Azerbaijan  
©*Salmanov B.*, Agromekhanika Scientific Research Institute, Ganja, Azerbaijan

*Аннотация.* В статье были проанализированы основные факторы, влияющие на продуктивность птиц, с указанием важности производства продукции птицеводства, а также изучено широкое применение двух систем хранения в птицеводстве. В результате проведенных анализов была поставлена задача исследования оптимальных параметров и режимов работы установки, обеспечивающей вентиляцию туннельного типа, как рабочей гипотезы для теплых климатических зон. Целью исследования было повышение надежности охлаждающего эффекта внутри здания в вентиляционных установках туннельного типа. На основе существующей методики был проведен эксперимент и получены положительные результаты. Полученные методики показали, что при обычной вентиляции обеспечить обрабатываемую влагу внутри здания не представляется возможным. Системы охлаждения обеспечивают нормальную влажность. Но здесь применение подземного канала охлаждения имеет более широкий диапазон резервирования. В экспериментальном варианте яйценоскость в среднем увеличилась на 1,26%, масса яиц — на 1,5%, а потери птиц за 5 месяцев теплого периода составили на 21 голову меньше.

*Abstract.* The article analyzed the main factors affecting the productivity of birds, indicating the importance of poultry production, and also studied the widespread use of two storage systems in poultry farming. As a result of the conducted analyses, the task was set to study the optimal parameters and operating modes of the installation providing tunnel-type ventilation as a working hypothesis for warm climatic zones. The aim of the study was to increase the reliability of the cooling effect inside the building in tunnel-type ventilation installations. Based on the existing methodology, an experiment was conducted and positive results were obtained. The obtained methods have shown that it is not possible to provide the treated moisture inside the building with normal ventilation. Cooling systems ensure normal humidity. But here the use of an underground cooling channel has a wider range of redundancy. In the experimental version, egg production

increased by an average of 1.26%, and the weight of eggs increased by 1.5%, and the losses of birds for 5 months of the warm period were 21 heads less.

*Ключевые слова:* птичники, микроклимат, холод, температура, влажность, вентиляция, продуктивность.

*Keywords:* poultry houses, microclimate, cold, temperature, humidity, ventilation, productivity.

В производстве сельскохозяйственной продукции особое значение имеет производство продукции птицеводства. На сегодняшний день специализированная промышленная птицефабрика считается крупнейшим сырьем и энергозатратным предприятием. Здесь используется 60% энергопотребления на отопление здания в зимнее время, охлаждение в летнее время и освещение во все периоды. Поэтому научные изыскания в этой области больше направлены на создание энергосберегающих технологий [1]. Так, значительное место в исследованиях заняли различные варианты технологий содержания птиц в клетках и решения конструктивно-технических вопросов. Однако не стоит забывать, что наивысшей производительности можно добиться только при определенных условиях окружающей среды. Именно этот фактор играет исключительно важную роль не только в поддержании продуктивности, но и в повышении жизнеспособности птиц [2–5].

В птицеводстве широко применяются две системы хранения-клеточные и напольные системы. Другие технологии хранения данных являются лишь переходными формами этих двух систем. Здесь была сделана попытка использовать хорошие стороны обеих систем. Если в области создания оптимального микроклиматического режима в системе содержания в клетке были достигнуты определенные результаты, то для системы содержания в клетке эти вопросы пока не нашли полного решения. Применение традиционных вентиляционных устройств на крыше птицы, оборудованной клеткой, не дает ожидаемого результата. Это наглядно проявляется на многоуровневых батарейных крышах, где плотно размещаются птицы. Иногда удается регулировать микроклимат только в зоне с посторонними батареями, в то время как в других зонах регулировать микроклимат практически невозможно.

Несмотря на важность упомянутого вопроса, принудительное увлажнение воздуха в вентиляции во многих помещениях не нашло широкого применения из-за конструктивной сложности, малой надежности, большой экономической эффективности применяемых механизмов и технологий.

Кроме того, многие исследования, проведенные в этом направлении, носили поисковый характер. В таких научно-исследовательских работах больше изучались зона размещения и направление вентиляции, охлаждение, влияние температуры и влажности воздуха на физиологический статус и продуктивность птиц. Однако исследований, основанных на практическом применении искусственного охлаждения и увлажнения воздуха в различных группах, довольно мало.

По-видимому, определение оптимальных параметров и режимов работы установки, обеспечивающей вентиляцию туннельного типа как рабочую гипотезу для теплых климатических зон, и совершенствование конструктивно-технологической схемы является актуальным вопросом и имеет большое значение для эффективности сельскохозяйственного производства.

Известно, что для обеспечения необходимого микроклимата в птичниках применяют

приточно-вытяжную вентиляцию и переходные вентиляционные установки с использованием воздуховодного канала, воздухоотводящего вентилятора, воздухоотводящего канала, вытяжного вентилятора, системы отопления, системы охлаждения [6–8].

В этих установках невозможно обеспечить надежный охлаждающий эффект внутри здания в жаркую погоду в теплых климатических зонах. Другим устройством для обеспечения охлаждения в помещениях птицеводства в теплое время года в теплых климатических зонах является вентиляция туннельного типа, которая состоит из воздуховодного канала, воздуховода, вытяжного вентилятора и системы охлаждения [7]. Также в этом варианте не обеспечивается надежный охлаждающий эффект, так как соприкасающиеся концы панели с испарителем, применяемые здесь в качестве системы охлаждения, часто могут зацепиться.

Целью исследования является повышение надежности охлаждающего эффекта внутри здания в вентиляционных установках туннельного типа.

Поставленная задача достигается тем, что вентиляция туннельного типа состоит из воздухоотводящего канала, вытяжного вентилятора, воздухозаборного канала, системы охлаждения и воздухозаборника, согласно усовершенствованию, система охлаждения выполнена в виде подземного туннеля, выходной конец которого соединен с воздухозаборным каналом, а входной-с воздухозаборником.

#### *Объект и метод исследования*

Каждая из новых функций, добавленных к базовой установке, направлена на повышение надежности охлаждающего эффекта в вентиляционных сооружениях туннельного типа и в помещениях. Так, подготовка системы охлаждения в виде подземного туннеля используется для охлаждения воздуха, который будет подаваться в здание в летнее время с охлаждением под землей. Соединение выходного конца системы охлаждения с входным концом воздухозаборного канала к воздухозаборному Морозу позволяет окружающему воздуху, поступающему в систему охлаждения в виде подземного туннеля от мороза, охлаждаться до достижения выходного конца, а поступающему в воздухозаборный канал от выходного конца, постоянно перемещаться по всему зданию и создавать прохладу, выводя воздух из здания через вытяжной вентилятор и воздухозаборный канал.

Таким образом, отличительные признаки служат цели совершенствования. Вентиляция туннельного типа (Рисунок 1) состоит из воздухозаборного канала (1), воздухозаборного вентилятора (2), воздухозаборного канала (3), системы охлаждения (4) и воздухозаборной морозильной камеры (5) [9].

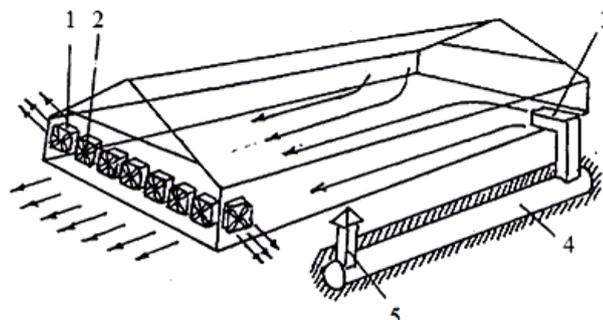


Рисунок 1. Вентиляция туннельного типа: 1 — воздуховод вытяжной; 2 — воздуховод вытяжной; 3 — воздуховод вытяжной; 4 — система охлаждения; 5 — воздуховод морозильный

Воздуховод вытяжной был многочисленным и размещался в одной части здания. Внутри воздуховода установлен вытяжной вентилятор. Рядом с другой головой здания на

боковых стенках размещен воздухопроводный канал. По обеим сторонам здания устроена система охлаждения в виде туннелей на глубине 4 м под землей. Входной конец системы охлаждения соединен с воздухозаборником, а выходной — с воздухозаборником. Вентиляция туннельного типа работает следующим образом. При включении вытяжного вентилятора воздух всасывается внутрь здания через вытяжные каналы. Воздуховод забирает воздух из системы охлаждения для заполнения пространства всасываемым воздухом.

В это время горячий воздух из окружающей среды поступает в систему охлаждения, проходя через подающий воздух мороз, который, проходя через него, охлаждается. В системе охлаждения охлажденный воздух поступает в здание со стороны одной головки здания через воздухопроводы, в то время как воздухопроводы, размещенные в другой головке здания, а с вентиляторами, отводящими воздух, выводятся из здания. В это время происходит непрерывное охлаждение внутри здания как за счет воздействия ветра, так и за счет притока охлажденного воздуха.

Для измерения температуры воздуха используются спиртовые, ртутные или толуоловые термометры с показателем в градусах Цельсия (°C). При необходимости измерения очень низких температур уместно использовать спиртовые термометры, а при измерении высоких температур — ртутные. Толуоловые термометры подходят для измерения как низких, так и высоких температур [10, 11].

Влажность оценивается по гигрометрическим показателям. Абсолютная, максимальная и относительная влажность могут быть выражены в эластичности, кроме цен на массовую долю. При этом единицей измерения этого является мм ртутного столба или выражается в миллибарах.

Для измерения влажности воздуха в основном используют психрометр или гигрометр. Психрометр основан на использовании разницы показателей «сухого» и «влажного» термометров исследуемого воздуха.

Абсолютная температура воздуха по психрометру рассчитывается следующим образом:

$$e = E - [\alpha(t_{quru} - t_{yag})B]$$

где  $\alpha$  — психрометрический коэффициент для неподвижной погоды  $\alpha = 0,00128$ , а для движущегося воздуха  $\alpha = 0,0011$ ;  $t_{quru}$  — показания «сухого» термометра, °C;  $t_{yag}$  — показания «мокрого» термометра, °C;  $B$  — барометрическое давление воздуха, мм ртутного столба.

#### Обсуждение и анализ результатов исследования.

Исследуется потенциал подземного холода для использования холода под землей в туннельной вентиляции. Измерение температуры грунта на территории птицефабрики на разной глубине для каждого месяца года приведено в Таблице 1.

Таблица 1  
 ТЕМПЕРАТУРА ПОД ЗЕМЛЕЙ НА РАЗНОЙ ГЛУБИНЕ ПО МЕСЯЦАМ, °C

Глубина, м	МЕСЯЦЫ											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
0,4	1,2	1,3	2,7	7,7	13,8	17,9	20,3	19,6	15,4	11,4	6,0	2,8
0,8	3,0	1,9	2,5	6,0	11,5	15,4	17,6	17,6	15,3	12,2	7,8	4,6
1,6	5,0	4,0	3,8	5,3	8,8	12,2	14,4	15,7	15,1	12,7	9,7	6,8
3,2	8,9	8,0	7,4	7,4	8,4	9,9	11,3	12,6	13,2	12,7	11,6	10,1

Для определения эффективности использования подземного холода в вентиляции туннельного типа был проведен эксперимент в соответствии с рабочей гипотезой, выбранной выше. Для этого на ферме ООО «Предприятие по производству и переработке птицы» Самухского района соответствующим образом была установлена крыша для птицы (Рисунок 2). Изменение температуры внутри здания в вариантах обычной туннельной вентиляции и ее соединения с подземным каналом в то время, когда наружный воздух наиболее горячий ( $t_{\text{нар}}=35\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) при различных условиях расхода воздуха, показано графически на Рисунке 2.

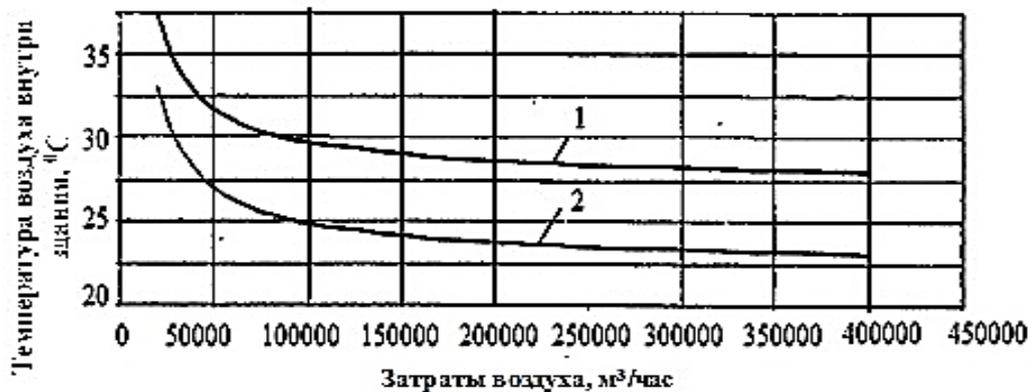


Рисунок 2. Изменение температуры воздуха в помещении, где содержатся крупные птицы, в зависимости от расхода воздуха: 1 — когда туннельная вентиляция не подключена к подземному каналу охлаждения; 2 — когда туннельная вентиляция подключена к подземному каналу охлаждения

Как видно из графика, в самый жаркий период в здании, совмещенном с подземным охлаждающим каналом туннельной вентиляции, температуру воздуха снижалась в помещении до  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Следует отметить, что интенсивное изменение температуры в основном до значения расхода воздуха  $10,103\text{ м}^3/\text{ч}$ . Хотя дальнейшее увеличение расхода воздуха позволяет снизить температуру еще на  $2\text{--}3\text{ }^{\circ}\text{C}$ , это приводит к увеличению дополнительных энергозатрат. Так как одним из основных параметров считается влажность, то был изучен баланс влажности в помещении, где содержится  $30\text{ }000$  кур в клетке.

Таблица 2

ВЛИЯНИЕ ДЛИНЫ ОХЛАЖДАЮЩЕГО КАНАЛА  
 НА РАЗЛИЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИСТЕМЫ

Длина канала, м	Трата воздуха, м³/час	Скорость воздуха на входе и в зоне с птицей, м/сек	Глубина охлаждения, °C	Влажность, %	Создание холода, кВт	Аэродинамическое сопротивление, Па
1,8	150230	5,0/0,97	8,6	73,4	250	41,7
2,0	149180	4,9/0,87	9,14	77,2	340	56,3
2,4	148150	4,9/0,77	9,55	80,3	380	66,2
2,8	146820	4,8/0,63	9,94	83,2	400	79,9
3,0	146490	4,7/0,60	10	83,8	670	83,7
3,5	144910	4,5/0,45	10,3	86	830	88,9
4,0	143100	4,4/0,27	10,46	87,3	900	94,9

Средняя масса птиц  $1,6\text{ кг}$ , запас влаги у каждой принят  $25\text{ г/сек}$ . В головной части здания установлено 6 всасывающих вентиляторов марки Мультифан — 130–ВХД 15-5. Они

обеспечивают расход воздуха 180,103 м<sup>3</sup>/ч. Воздушный поток создается за счет воздуха, отводимого из подземного канала хладагента по воздуховодам с обеих сторон здания (Таблица 2).

Практика показала, что на увеличение и уменьшение влажности в этой системе влияет длина канала охлаждения. Он также оказывает свое влияние на создание холода. Из Таблицы видно, что максимальной стоимости создания холода он достигает не при полной влажности воздуха, а при цене относительной влажности 83,8%. Это соответствует длине канала в 3 м. Последующее увеличение длины канала имеет тенденцию к уменьшению, хотя и слабо при простуде. Это можно объяснить увеличением аэродинамического сопротивления в канале. Хотя глубина охлаждения в это время увеличивается.

В выбранном для исследования здании обеспечена влажность воздуха, способная удовлетворить зоотехнические требования по содержанию птиц в указанных режимах работы (Рисунок 3).

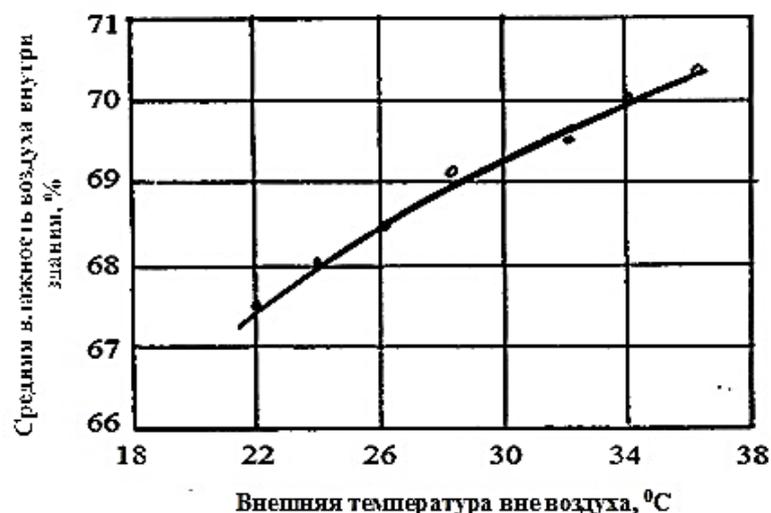


Рисунок 3. Изменение относительной влажности воздуха внутри здания в зависимости от температуры наружного воздуха

Здесь можно сказать, что влажность подземного канала оказала свое влияние. Проникающая внутрь инфильтрация способствует образованию необходимой влажности, изменяя низкую влажность воздуха с влажностью воздуха, поступающего из канала.

Для сравнения варианта использования подземного канала с предыдущим вариантом по влажности на основе экспериментальных данных построен график (Рисунок 4).

Из графика ясно видно, что при обычной вентиляции обеспечить обрабатываемую влагу внутри здания не представляется возможным. Системы охлаждения обеспечивают нормальную влажность. Но здесь применение подземного канала охлаждения имеет более широкий диапазон резервирования.

В экспериментальной ферме в течение мая-сентября 2020 г. была применена туннельная вентиляция с использованием холода Земли, а в здании с обычной вентиляцией был зарегистрирован и сравнен процент овуляции, массы яиц и выживаемости птиц. Полученные данные отражены в Таблице 3, 4.

Из Таблицы 3 видно, что в экспериментальном варианте выход на яйцо в среднем увеличился на 1,26%, а масса яйца — на 1,5.

Из Таблицы 4 видно, что потери птиц при экспериментальной туннельной вентиляции

были на 21 голову меньше за 5 месяцев теплого периода.

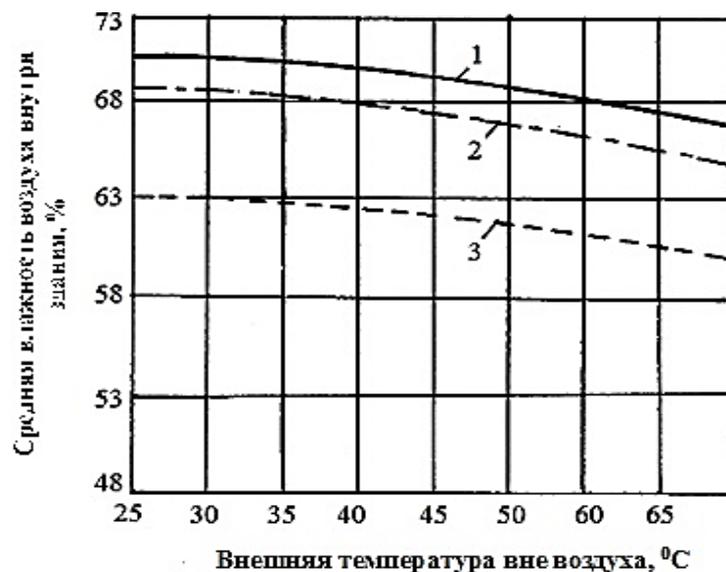


Рисунок 4. Изменение влажности внутри здания в зависимости от влажности наружного воздуха при эксплуатации систем вентиляции и охлаждения: 1 — обычная вентиляция; 2 — испарительное охлаждение; 3 — охлаждение холодным грунтом

Таблица 3

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ПТИЦ НА ЯЙЦАХ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Обычная вентиляция			Экспериментальная туннельная вентиляция		
месяцы	яйценосность, %	вес яйца, г	месяцы	яйценосность, %	вес яйца, г
Май	89,6	56,6	Июнь	90,6	57,2
Июнь	89,0	60,1	Июль	89,6	62,0
Июль	86,5	61,4	Август	87,0	61,8
Август	84,0	60,8	Сентябрь	86,6	62,3
Сентябрь	83,5	61,2	Октябрь	85,1	64,3
Среднее	86,52	60,02	Среднее	87,78	61,52

Таблица 4

**ВЕРОЯТНОСТЬ ВЫЖИВАНИЯ ПТИЦ В РАЗЛИЧНЫХ ВАРИАНТАХ ВЕНТИЛЯЦИИ**

Обычная вентиляция			Экспериментальная туннельная вентиляция		
Месяцы	Потери		Месяцы	Потери	
	шт.	в %		шт.	в %
Май	23	1,4	Июнь	17	1,3
Июнь	22	1,44	Июль	16	1,26
Июль	5	0,33	Август	3	0,24
Август	11	0,73	Сентябрь	6	0,48
Сентябрь	10	0,67	Октябрь	8	0,64
Всего	71	4,57	Всего	50	3,92

**Заключение**

Обеспечить обрабатываемую влагу внутри здания при обычной вентиляции не представляется возможным. Системы охлаждения обеспечивают нормальную влажность. Но здесь применение подземного канала охлаждения имеет более широкий диапазон резервирования. В экспериментальном варианте яйценоскость в среднем увеличилась на

1,26%, а масса яиц — на 1,5%, а потери птиц за 5 месяцев теплого периода составили на 21 голову меньше.

*Список литературы:*

1. Kürklü A., Bilgin S. Cooling of a polyethylene tunnel type greenhouse by means of a rock bed // *Renewable energy*. 2004. V. 29. №13. P. 2077-2086. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.03.005>
2. Manser C. E. Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: a review // *Animal Welfare*. 1996. V. 5. №4. P. 341-360.
3. Brunsch R. Stoff-und Wärmeproduktion in Geflügelställen: Arbeitskreis Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI, 1999.
4. Chowdhury V. S., Yoshimura Y. Changes in the population of immunoreactive S-100-positive folliculo-stellate cells in hens during induced molting // *Poultry science*. 2002. V. 81. №4. P. 556-560. <https://doi.org/10.1093/ps/81.4.556>
5. Klements M. Europe's cage ban looms // *Poultry International*. 2010. V. 49. №3. P. 16-17.
6. Алешкин В. Р., Рошин П. М. Механизация животноводства. М.: Агропромиздат, 1985.
7. Ingason H., Li Y. Z. Model scale tunnel fire tests with point extraction ventilation // *Journal of Fire Protection Engineering*. 2011. V. 21. №1. P. 5-36. <https://doi.org/10.1177/1042391510394242>
8. Мельников С. В., Калюга В. В., Хазанов Е. Е. Справочник по механизации животноводства. Л.: Колос, 1983. 336 с.
9. Ишгандарова А. С., Халилов Р. Т., Мамедов Г. Б. Аэратор туннельного типа: Полезная модель U 20150014. Баку, 2015.
10. Кожурин В. М. Новые приборы для зоогигиенических исследований. СПб., 2002. С. 20-21.
11. Коноплев В. И., Пономарева М. Е., Ходусов А. А., Злыднева Р. М. Оценка микроклимата животноводческих помещений. Ставрополь: СГАУ, 2006. 40 с.

*References:*

1. Kürklü, A., & Bilgin, S. (2004). Cooling of a polyethylene tunnel type greenhouse by means of a rock bed. *Renewable energy*, 29(13), 2077-2086. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2004.03.005>
2. Manser, C. E. (1996). Effects of lighting on the welfare of domestic poultry: a review. *Animal Welfare*, 5(4), 341-360.
3. Brunsch, R. (1999). *Stoff-und Wärmeproduktion in Geflügelställen* (Doctoral dissertation, Arbeitskreis Forschung und Lehre der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI).
4. Chowdhury, V. S., & Yoshimura, Y. (2002). Changes in the population of immunoreactive S-100-positive folliculo-stellate cells in hens during induced molting. *Poultry science*, 81(4), 556-560. <https://doi.org/10.1093/ps/81.4.556>
5. Klements, M. (2010). Europe's cage ban looms. *Poultry International*, 49(3), 16-17.
6. Aleshkin, V. R., & Roshchin, P. M. (1985). *Mekhanizatsiya zhivotnovodstva*. Moscow. (in Russian).
7. Ingason, H., & Li, Y. Z. (2011). Model scale tunnel fire tests with point extraction ventilation. *Journal of Fire Protection Engineering*, 21(1), 5-36. <https://doi.org/10.1177/1042391510394242>

8. Melnikov, S. V., Kalyuga, V. V., & Khazanov, E. E. (1983). Spravochnik po mekhanizatsii zhitovnovodstva. Leningrad. (in Russian).
9. Ishgandarova, A. S., Khalilov, R. T., & Mamedov, G. B. (2015). Tunnel type aerator: Utility model U 20150014. Baku.
10. Kozhurin, V. M. (2002). Novye pribory dlya zoogigienicheskikh issledovaniy. St. Petersburg. 20-21. (in Russian).
11. Konoplev, V. I., Ponomareva M. E., Khodusov A. A., & Zlydneva R. M. (2006). Otsenka mikroklimata zhitovnovodcheskikh pomeshcheniy. Stavropol. (in Russian).

*Работа поступила  
в редакцию 21.08.2021 г.*

*Принята к публикации  
28.08.2021 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Велиев И. А., Искендерова А. Д., Алиев Б. М., Салманов Б. З. Исследование использования подземного холода в системе вентиляции туннельного типа // Бюллетень науки и практики. 2021. Т. 7. №9. С. 166-174. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/19>

*Cite as (APA):*

Veliyev, I., Iskenderova, A., Aliev, B., & Salmanov, B. (2021). Investigation of the Use of Underground Cold in a Tunnel-type Ventilation System. *Bulletin of Science and Practice*, 7(9), 166-174. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/70/19>