ТЕХНОЛОГИИ, МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА/TECHNOLOGIES, MACHINES AND EQUIPMENT FOR THE AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX

DOI: https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.19

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ПОЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ МОДУЛЕ ДЛЯ ОТКОРМА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Научная статья

Плаксин И.Е.[1], Трифанов А.В.[2,] *
[1] ORCID : 0000-0002-3695-0820;
[2] ORCID : 0000-0002-3503-6148;
[1, 2] Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Санкт-Петербург, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (trifanovav[at]mail.ru)

Аннотация

Для повышения эффективности производства мелкотоварных предприятий, крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйств, разработан и изготовлен опытный образец технологического модуля для откорма цыплят-бройлеров, опытно-производственная проверка которого показала, что полученные технико-технологические показатели не уступают аналогичным показателям крупных птицеводческих предприятий. Для дальнейшего повышения эффективности откорма цыплят-бройлеров в технологическом модуле предложено автоматизировать систему поения птицы. Методом математического моделирования определялось необходимое количество воды в зависимости от срока откорма. Исследования позволили разработать предложения по автоматизации системы поения птицы в технологическом модуле. Разработано технико-технологическое решение организации процесса поения цыплят-бройлеров, основанное на автоматическом заполнении бака, а также контроле среднесуточного потребления воды в зависимости от изменения возраста птицы. Получено уравнение регрессии, позволяющие системе управления отслеживать адекватность потребления воды и осуществлять корректировку производственного процесса. Определены необходимые исполнительные, измерительные и усилительно-преобразовательные элементы предлагаемой системы управления процессом подачи воды бройлерам в технологическом модуле.

Ключевые слова: сельское хозяйство, животноводство, птицеводство, система управления, технологический модуль.

CONTROL SYSTEM OF THE WATERING IN THE TECHNOLOGICAL MODULE FOR FATTENING BROILER CHICKENS

Research article

Plaksin I.Y.[1], Trifanov A.V.[2,] *
[1] ORCID : 0000-0002-3695-0820;
[2] ORCID : 0000-0002-3503-6148;
[1, 2] Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Saint-Petersburg, Russian Federation

* Corresponding author (trifanovav[at]mail.ru)

Abstract

To increase the production efficiency of small-scale enterprises, peasant farms and private subsidiary farms, a prototype of the technological module for fattening broiler chickens was developed and manufactured, pilot testing of which showed that the obtained technical and technological indicators are not inferior to similar indicators of large poultry enterprises. For further increase of efficiency of fattening of broiler chickens in the technological module, it is suggested to automate the system of poultry watering. By the method of mathematical modelling, the necessary amount of water depending on the fattening period was determined. Studies allowed to develop proposals for automation of poultry watering system in the technological module. The technical and technological solution of the organization of the process of broiler chick watering based on the automatic filling of the tank, as well as control of the average daily water consumption depending on the change in the age of the bird, has been developed. The regression equation is obtained, allowing the control system to monitor the adequacy of water consumption and adjust the production process. The necessary actuating, measuring and amplifying-converting elements of the proposed control system of the process of water supply to broilers in the technological module are determined.

Keywords: agriculture, animal husbandry, poultry farming, control system, technological module.

Введение

В России отрасль птицеводства занимает первое место по производству мяса, за 2022 год было произведено 7 млн. тонн птицы в живом весе, что составляет более 43% от производства мяса всех видов [1], [2]. Основная часть производимой продукции (более 92%) приходится на крупные птицекомплексы, мелкотоварные предприятия, такие как крестьянско-фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели и личные подсобные хозяйства ежегодно сокращают производственный объем ввиду отсутствия современных технико-технологических и планировочных решений, предусматривающих механизацию и автоматизацию производственных процессов.

Для повышения эффективности производства мелкотоварных птицеводческих предприятий разработан и изготовлен опытный образец технологического модуля для откорма цыплят-бройлеров [3], [4].

Опытно-производственная проверка технологического модуля показала, что полученные технико-технологические показатели такие как коэффициент конверсии корма, затраты воды, электроэнергии и труда для набора птицей одного килограмма живой массы, сопоставимы со значениями аналогичных показателей крупных птицеводческих предприятий, что позволит мелкотоварным производителям реализовывать произведенную продукцию по конкурентоспособной цене [5].

Дальнейшее повышение эффективности производства возможно за счет более полного усвоения птицей подаваемого корма, что напрямую зависит от потребления воды, согласно проведенным ранее исследованиям оптимальным считается соотношение воды к корму –1,6:1 [6], [7].

Результатом нехватки воды в рационе цыплят-бройлеров является снижение продуктивности, и иммунитета вследствие чего увеличивается процент падежа [8].

Объем потребления воды цыплятами-бройлерами зависит от многих факторов, таких как масса птицы, срок откорма, время суток, показатели микроклимата производственного помещения и т.д. [9], [10].

Согласно результатам исследований, наибольшей эффективностью для прироста живой массы цыплят-бройлеров обладают поилки водным зеркалом, одной из разновидностей которых являются микрочашечные поилки [11], [12]. Исходя из этого в модуле реализована система поения с применением микрочашечных поилок.

Система поения – это совокупность технических средств, предназначенных для добычи, накопления и хранения, очистки, обогащения необходимыми компонентами, а также транспортировки воды к местам ее потребления.

Повышение эффективности функционирования данной системы возможно за счет устранения человеческого фактора посредством применения средств автоматизации.

В данной работе рассматривается возможность автоматизации процесса подачи воды цыплятам-бройлерам с учетом изменения их массы на протяжении производственного цикла.

Целью данной работы являлось – определение необходимого количества воды, потребляемой цыплятами-бройлерами в зависимости от срока откорма, а также разработка концепции автоматизации системы поения.

Для определения необходимого количества воды за производственный цикл откорма бройлеров в технологическом модуле был применен метод математического моделирования, предусматривающий расчетно-конструктивный подход, основанный на использовании нормативных данных среднесуточного потребления воды бройлером в различные промежутки откорма.

Для разработки системы управления процессом подачи воды бройлерам был применен метод поисковых исследований, позволяющий проанализировать существующие разработки, применяемые на сегодняшний день, а также сформулировать концепцию функционирования предлагаемой системы.

Основные результаты и обсуждение

Технико-технологические решения, применяемые для реализации процесса поения цыплят-бройлеров, должны отвечать ряду требований, таких как, постоянная доступность воды, предотвращение ее потерь, возможность использования птицей различных половозрастных групп, предотвращение загрязнения подаваемой птице воды.

На основе анализа используемых систем поения был сделан вывод о том, что большое распространение имеют решения, предусматривающие забор воды из индивидуальной скважины с дальнейшей ее подачей на узел водоподготовки снабженный медикатором и системой ультразвуковой очистки, после прохождения через который вода поступает в линию поения состоящую из профильных труб с установленными на них ниппельными поилками, регуляторами давления и воздухоотводящими клапанами. Линии поения устанавливаются в производственном помещении через подвесы на тросах, обеспечивающих возможность изменения высоты линии в зависимости от роста птицы, а также для обеспечения возможности проведения уборки и дезинфекции помещения между производственными циклами.

Управление системой поения может быть организовано как в ручном, так и в автоматическом режиме. Некоторые системы предусматривают только учет потребления воды птицей при помощи счетчика, более сложные системы позволяют контролировать расход воды в реальном времени и передавать информацию о ходе выполнения процесса оператору.

На основе проведенного анализа разработано технико-технологическое решение организации процесса поения цыплят-бройлеров в технологическом модуле, основанное на автоматическом заполнении водонакопительного бака, а также контроле среднесуточного потребления воды в зависимости от изменения возраста птицы. На рисунке 1 приведена схема разработанной системы.

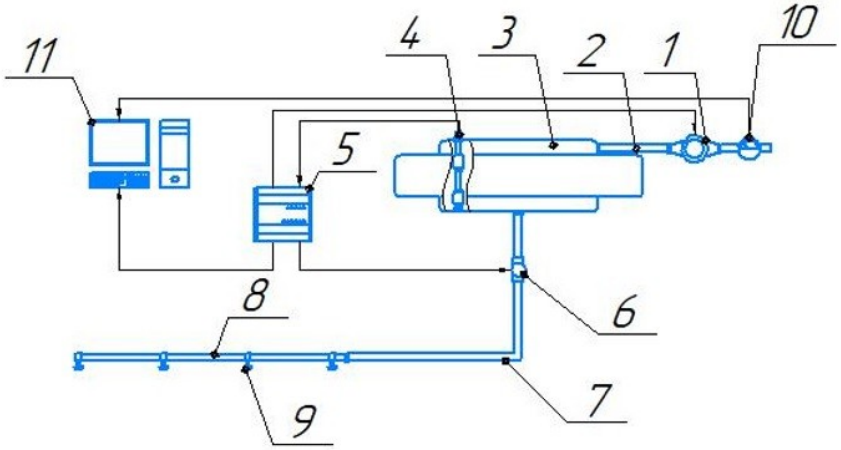

Рисунок 1 - Система автоматизированной подачи воды при содержании бройлеров в технологическом модуле
DOI: https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.19.1

Примечание: 1 - подающий насос; 2 - трубопровод; 3 - водонакопительный бак; 4 - датчик уровня; 5 - программируемое реле; 6 - кран с электроприводом; 7 - трубопровод; 8 - линия поения; 9 - микрочашечная поилка; 10 - счетчик воды; 11 - персональный компьютер

Система поения включает в себя подающий насос соединенный трубопроводом с верхней частью водонакопительного бака оснащенного датчиком уровня коммутированным с программируемым реле, подающим сигнал на кран с электроприводом установленном на трубопроводе соединяющим водонакопительный бак с линией поения оборудованной микрочашечными поилками, управление подающим насосом осуществляется посредством подачи информационных сигналов с программируемого реле, определение количества потребляемой воды производится счетчиком, передающим информацию на персональный компьютер, с которого осуществляется управление программируемым реле.

Система функционирует следующим образом: с ПК 11 подается команда на программируемое реле 5 о начале процесса поения; программируемым реле 5 осуществляется опрос датчика уровня 4; при отсутствии воды в водонакопительном баке 3 производится включение подающего насоса 1; после наполнения водонакопительного бака 3 до необходимого уровня, датчиком уровня 4 подается сигнал на программируемое реле 5 и производится выключение подающего насоса 1; программируемым реле 5 подается команда на открытие крана с электроприводом 6; при достижении в водонакопительном баке 3 минимального уровня воды, датчиком уровня 4 подается сигнал на программируемое реле 5 и производится закрытие крана с электроприводом 6 и включается подающий насос 1.

Алгоритм описанных операций является цикличным, его структурная схема приведена на рисунке 2.

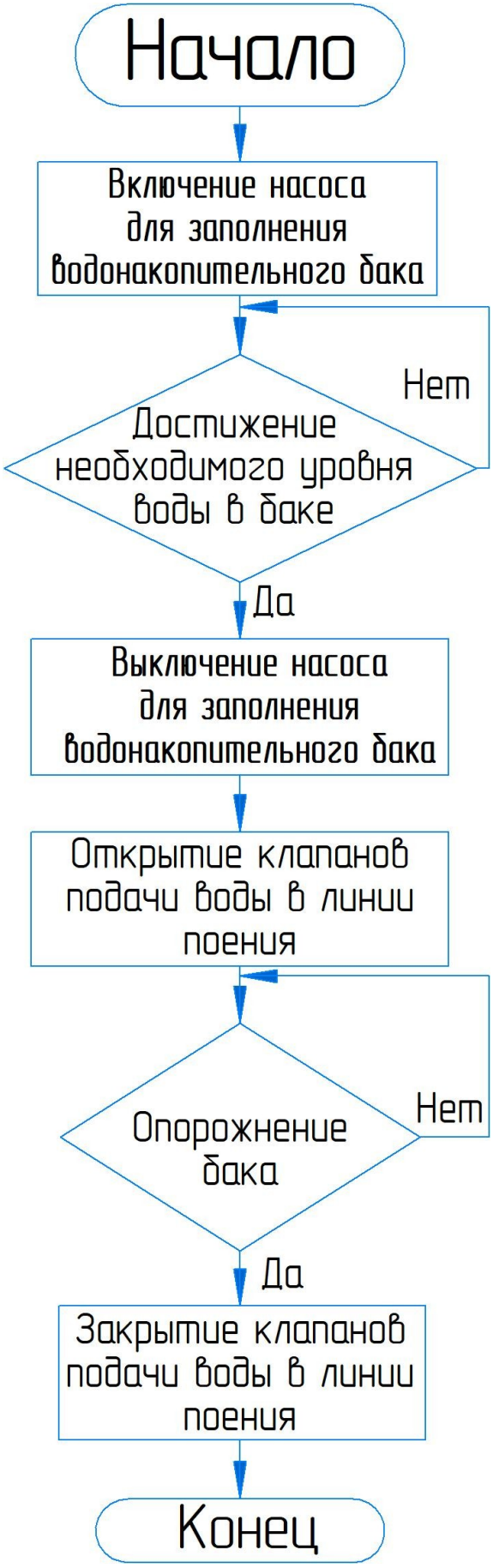

Рисунок 2 - Структурная схема алгоритма автоматизированной системы поения в технологическом модуле для откорма цыплят бройлеров

DOI: https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.19.2

Данная система является локальной и не требует корректировок, контроль осуществляется только за уровнем воды в водонакопительном баке.

Представленная система управления подачи воды в технологическом модуле является структурной единицей общей системы управления модулем. Учет данных о потреблении воды бройлерами позволяет осуществить своевременную коррекцию процессов, непосредственно оказывающих воздействие на физиологическое состояние птиц (оптимальный температурный режим, вентиляция помещения).

Для определения контрольных значений на основе нормативных данных по среднесуточному потреблению воды, построена математическая модель изменения потребления воды за производственный цикл в технологическом модуле.

Продолжительность производственного цикла составляет 42 дня. Среднесуточные значения потребления воды бройлерами в различные временные промежутки производственного цикла составляют от 0,032 до 0,318 л на голову [13].

Считаем, что потребление воды бройлером в каждом из временных промежутков производственного цикла прямо пропорционально количеству дней содержания, коэффициент пропорциональности Δv – среднесуточное потребление воды для каждого промежутка является постоянным. Значит потребление воды бройлером $v(t)(t \in 1, 2, \ldots 42)$ за весь срок производственного цикла является «кусочно-линейной» функцией натурального аргумента.

Построим график изменения потребления воды бройлером в зависимости от времени его откорма (рис. 3).

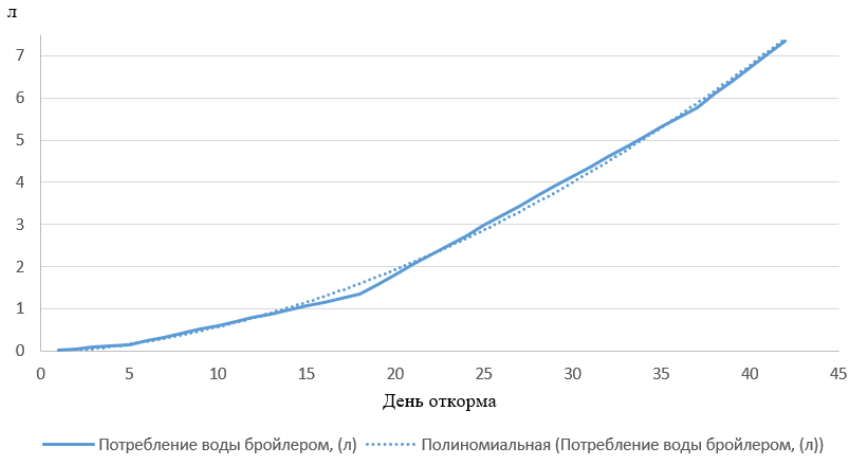

Рисунок 3 - Изменение потребления воды бройлером в зависимости от для откорма
DOI: https://doi.org/10.23649/JAE.2023.40.19.3

По построенному графику получено полиномиальное уравнение регрессии второй степени с высоким коэффициентом корреляции:

$$y = 0,0036x^2 + 0,0288x - 0,071$$

$$R^2 = 0,9982$$

На основе полученного выражения системой будет осуществляться отслеживание адекватности расхода воды, а также выдаваться рекомендации по корректировке производственного процесса для устранения отклонений в случае их обнаружения.

В составе системы управления процессом подачи воды цыплятам-бройлерам находятся исполнительные, измерительные и усилительно-преобразовательные элементы, выбор которых осуществлялся исходя из надежности, доступности на рынке, возможности обслуживания, а также стоимости.

Заключение

Использование технологического модуля позволяет достичь показателя конверсии корма равного 1,66, что сопоставимо с крупными птицеводческими предприятиями. Для дальнейшего повышения эффективности производства необходимым условием является применение средств автоматизации производственных процессов.

Предложена система автоматизации процесса подачи воды бройлерам в технологическом модуле, представлена структурная схема алгоритма функционирования данной системы.

Построена математическая модель изменения потребления воды бройлерами за производственный цикл в технологическом модуле.

На основе данных по изменению потребления воды бройлерами в зависимости от срока откорма в технологическом модуле получено уравнение регрессии, позволяющие системе управления отслеживать адекватность потребления воды и осуществлять корректировку производственного процесса.

Для проведения дальнейших исследований определены необходимые исполнительные, измерительные и усилительно-преобразовательные элементы предлагаемой системы управления процессом подачи воды бройлерам в технологическом модуле.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

1. Кравченко В. Рынок мяса: развитие продолжается. / В. Кравченко // Животноводство России. — 2022. — 1. — С. 11-13.
2. Кравченко В. Россия наращивает объемы мяса птицы. / В. Кравченко // Животноводство России. — 2022. — 12. — С. 19-22.
3. Плаксин И.Е. Обоснование технико-экономических показателей технологического модуля для откорма цыплят-бройлеров. / И.Е. Плаксин, А.В. Трифанов // Технологии и технические средства механизации производства продукции растениеводства и животноводства. — 2018. — 95. — С. 181-188.
4. Пат. 166027 Russian Federation, МПК МПК A01K 31/06. Модульная птицеферма / Плаксин И.Е., Трифанов А.В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Институт агроинженерных и экологических проблем. — № 201611317913; заявл. 2016-04-06; опубл. 2016-11-10, — 12 с.
5. Сошнев Д.А. Результаты опытно-производственной проверки работы технологического модуля для выращивания бройлеров. / Д.А. Сошнев, А.В. Трифанов, В.И. Базыкин и др. // АгроЭкоИнженерия. — 2022. — 3. — С. 121-129.
6. Breeders R. Broilers in the New Millenium. / R. Breeders // Canadian Poultry. — 2012. — 1. — URL: https://www.canadianpoultrymag.com/broilers-in-the-new-millennium-12316 (accessed: 27.11.23).
7. Feddes J.J. Broiler Performance, Body Weight Variance, Feed and Water Intake, and Carcass Quality at Different Stocking Densities. / J.J. Feddes, E.J. Emmanuel, M.J. Zuidhoft // Poultry Science. — 2002. — 81. — P. 774-779.
8. Зелятров А.В. Проблемы оптимизации потребления воды птицей. / А.В. Зелятров // Сельское хозяйство за рубежом. — 1983. — 5. — С. 38-41.
9. Ладыгин В.С. Некоторые показатели водного обмена у цыплят яйценоских и мясных линий / В.С. Ладыгин, В.М. Селянский // Материалы Всесоюзного научно-исследовательского и технологического института птицеводства; — Вып. 5. — Москва: Всесоюзный научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 1972. — с. 392-397.
10. Самойлова Л. Режимы ограниченного поения мясных кур. / Л. Самойлова, Е. Ерасова // Птицеводство. — 1995. — 2. — С. 13-15.
11. Селянский В.М. Микроклимат в птичниках / В.М. Селянский. — Москва: Колос, 1975. — 304 с.
12. Селянский В.М. Анатомия и физиология сельскохозяйственной птицы / В.М. Селянский. — Москва: Колос, 1980. — 280 с.
13. Потребности цыплят в воде [Электронный ресурс] // КазагроПромсервирс. — 2023. — URL: http://www.kaps.kz/spravochnik/potrebnosti-v-vode/votnykh-v-vode/cyplyat. (дата обращения: 15.11.23)

Список литературы на английском языке / References in English

1. Kravchenko V. Ry'nok myasa: razvitie prodolzhaetsya [Meat Market: Development Continues]. / V. Kravchenko // Animal Husbandry of Russia. — 2022. — 1. — P. 11-13. [in Russian]
2. Kravchenko V. Rossiya narashhivaet ob"emy' myasa pticy' [Russia Is Increasing the Volume of Poultry Meat]. / V. Kravchenko // Animal Husbandry of Russia. — 2022. — 12. — P. 19-22. [in Russian]
3. Plaksin I.E. Obosnovanie texniko-e'konomicheskix pokazatelej texnologicheskogo modulya dlya otkorma cy'plyat-brojlerov [Justification of Technical and Economic Indicators of the Technological Module for Fattening Broiler Chickens]. / I.E. Plaksin, A.V. Trifanov // Technologies and Technical Means of Mechanization of Crop and Livestock Production. — 2018. — 95. — P. 181-188. [in Russian]
4. Pat. 166027 Russian Federation, IPC МПК A01K 31/06. Modul'naya pticeferma [Modular Poultry Farm] / Plaksin I.E., Trifanov A.V.; the applicant and the patentee Federal State Budgetary Scientific Institution Institute of Agroengineering and Environmental Problems. — № 201611317913; appl. 2016-04-06; publ. 2016-11-10, — 12 p. [in Russian]
5. Soshnev D.A. Rezul'taty' opy'tno-proizvodstvennoj proverki raboty' texnologicheskogo modulya dlya vy'rashhivaniya brojlerov [Results of Pilot Production Testing of the Technological Module for Broiler Cultivation]. / D.A. Soshnev, A.V. Trifanov, V.I. Bazy'kin et al. // Agroecoengineering. — 2022. — 3. — P. 121-129. [in Russian]
6. Breeders R. Broilers in the New Millenium. / R. Breeders // Canadian Poultry. — 2012. — 1. — URL: https://www.canadianpoultrymag.com/broilers-in-the-new-millennium-12316 (accessed: 27.11.23).
7. Feddes J.J. Broiler Performance, Body Weight Variance, Feed and Water Intake, and Carcass Quality at Different Stocking Densities. / J.J. Feddes, E.J. Emmanuel, M.J. Zuidhoft // Poultry Science. — 2002. — 81. — P. 774-779.
8. Zelyatrov A.V. Problemy' optimizacii potrebleniya vody' pticej [Problems of Optimization of Water Consumption by Poultry]. / A.V. Zelyatrov // Agriculture Abroad. — 1983. — 5. — P. 38-41. [in Russian]
9. Ladygin V.S. Nekotorye pokazateli vodnogo obmena u tsypljat jajtsenoskih i mjasnyh linij [Some Indicators of Water Metabolism in Chickens of Egg and Meat Lines] / V.S. Ladygin, V.M. Seljanskij // Materialy Vsesoyuznogo nauchno-issledovatel'skogo i tekhnologicheskogo instituta pticevodstva [Materials of the All-Union Scientific Research and

Technological Institute of Poultry Farming]; — Issue 5. — Moscow: All-Union Research and Technological Institute of Poultry Farming, 1972. — p. 392-397. [in Russian]

10. Samojlova L. Rezhimy' ogranichennogo poeniya myasny'x kur [Modes of Limited Watering of Meat Chickens]. / L. Samojlova, E. Erasova // Poultry Farming. — 1995. — 2. — P. 13-15. [in Russian]

11. Selyanskij V.M. Mikroklimat v ptichnikax [Microclimate in Poultry Houses] / V.M. Selyanskij. — Moscow: Kolos, 1975. — 304 p. [in Russian]

12. Selyanskij V.M. Anatomiya i fiziologiya sel'skoxozyajstvennoj pticy' [Anatomy and Physiology of Poultry] / V.M. Selyanskij. — Moscow: Kolos, 1980. — 280 p. [in Russian]

13. Potrebnosti cy'plyat v vode [Water Needs of Chickens] [Electronic source] // Kazagropromservice. — 2023. — URL: http://www.kaps.kz/spravochnik/potrebnosti-v-vode/votnykh-v-vode/cyplyat. (accessed: 15.11.23) [in Russian]