

References

1. GOST R 52054-2003. Moloko korov'e syroe. Tekhnicheskie usloviya»: izdanie oficial'noe: utverzhden i vveden v dejstvie Postanovleniem Gosstandarta Rossii ot 22 maya 2003 g. N 154-st: data vvedeniya 2004-01-01. – Tekst: elektronnyj // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii: [sajt]. — URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200032024> (data obrashcheniya: 06.12.2020).
2. GOST 31449-2013. Moloko korov'e syroe. Tekhnicheskie usloviya: izdanie oficial'noe: utverzhden i vveden Mezhhgosudarstvennym sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii ot 7 iyunya 2013 g. N 43: data vvedeniya 2004-07-01. – Tekst: elektronnyj // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii: [sajt]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102731> (data obrashcheniya: 06.12.2020).
3. GOST 31450-2013. Moloko pit'evoe. Tekhnicheskie usloviya (izdanie s popravkoy): izdanie oficial'noe: utverzhden i vveden Mezhhgosudarstvennym sovetom po standartizacii, metrologii i sertifikacii ot 7 iyunya 2013 g. N 43: data vvedeniya 2014-07-01. – Tekst: elektronnyj. // Elektronnyj fond pravovoj i normativno-tekhnicheskoy dokumentacii: [sajt]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200103303> (data obrashcheniya: 06.12.2020).
4. Larionov, G. A. Uchebnaya i nauchno-issledovatel'skaya laboratoriya po tekhnologii moloka i molochnyh produktov FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA / G. A. Larionov // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska tekhnologov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2018. – S. 200-206.
5. Ryabceva, S. A. Mikrobiologiya moloka i molochnyh produktov / S. A. Ryabceva, V. I. Ganina, N. M. Panova. – Sankt-Peterburg: izdatel'stvo «Lan'», 2021. – 192 s.
6. Hromova, L. G. Molochnoe delo / N. V. Bajlova, A. V. Vostroilov. – Sankt-Peterburg: izdatel'stvo «Lan'», 2020. – 332 s.
7. CHEbakova, G. V. Ocenka kachestva moloka i molochnyh produktov / G. V. CHEbakova, I. A. Zachesova. – Moskva: Infra-M, 2019. – 182 s.

Information about authors

1. **Egorova Ksenia Dmitrievna**, postgraduate student of the Department of Biotechnology and Processing of Agricultural Products, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; Tel. 89373752703;
2. **Larionov Gennady Anatolyevich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Processing of Agricultural Products, Chuvash State Agrarian University, 428003, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: larionovga@mail.ru, tel. 89093013486.

УДК 636.2.034

ВНУТРИЛИНЕЙНЫЙ ПОДБОР И КРОСС ЛИНИЙ ПРИ СОЗДАНИИ ПЛЕМЕННЫХ СТАД В МОЛОЧНОМ СКОТОВОДСТВЕ

Н. Л. Игнатъева, И. В. Воронова, Г. М. Тобоев
 Чувашикий государственный аграрный университет
 428003, Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Оценка линий, их сочетаемости (при внутрилинейном подборе и кроссе линий), на основе которых можно разработать методы для создания племенного молочного стада, имеет большое значение при создании высокопродуктивных стад молочного скота и их совершенствовании. При осуществлении практической деятельности важно знать, насколько эффективна сочетаемость линий, какое скрещивание позволит получить более продуктивное потомство. Целью исследований стала оценка сочетаемости линий и улучшение на основании этого традиционных методов подбора скота при создании племенных стад в молочном скотоводстве. Из 80 первотелок стада наибольшее количество голов представлено линиями Вис Бэк Айдиала – 39, или 48,8 %, и Монтвик Чифтейна – 22, или 27,5 %. На долю линии Пабст Говернера приходится 17 первотелок (21,3 %). Коров-первотелок линии Рефлекин Соверинга было всего 2, или 2,5 %. Результаты анализа показали, что лучшими по удою среди остальных линий были первотелки (n=39) голитинской линии Вис Бэк Айдиала (6441 кг молока). Анализ результатов внутрилинейного подбора показал, что лучшим удоем также отличились первотелки линии Вис Бэк Айдиала – 6721 кг молока. Анализируя кросс линии Вис Бэк Айдиала с другими линиями голитинской породы (МЧ, РС и ПГ), мы пришли к выводу, что их преимущество над первотелками-сверстницами составляет 253...530 кг молока. Коровы-первотелки, полученные от кросса линии Монтвик Чифтейна и линий Рефлекин Соверинга и Пабст Говернера, также имеют некоторое преимущество над сверстницами. Таким образом, при совершенствовании племенных стад молочного скота необходимо применять как внутрилинейный подбор, так и кросс линий с учетом их сочетаемости.

Ключевые слова: линия, голитинская порода, молочная продуктивность, массовая доля жира, массовая доля белка, сочетаемость линий, первотелки.

Введение. Молочное скотоводство, обеспечивающее население нашей страны самыми важными продуктами питания, довольно сложная и наукоемкая отрасль животноводства. Доминирующее положение по численности молочного скота в стране занимает популяция скота черно-пестрой породы – 51,01 % (1 млн. 354,4 тыс. голов), далее следует голштинская порода скота – 19,9 % (524,6 тыс. голов) [8]. Молоко является основным источником животного белка, и сейчас в мире наблюдается определенный дефицит этого продукта. Поэтому как в нашей стране, так и за рубежом современная селекционная работа направлена на совершенствование качественного состава молока, в частности белкомолочности [3], [4], [10], [11]. Голштинская порода скота в России используется уже давно. За это время выведены линии быков, потомство которых отличается высоким качественным составом молока – жирномолочностью и белкомолочностью [5]. Широкое использование таких высокоценных быков-производителей при скрещивании их с коровами черно-пестрой породы и целенаправленная племенная работа со стадом позволит улучшить продуктивность скота и реализовать генетический потенциал потомства [9]. На фоне этого весьма актуальной является проблема разработки новых методов отбора и подбора, которые позволят в максимальной степени реализовать генетический потенциал продуктивности молочного скота [1], [2].

При этом разные авторы приводят противоречивые мнения о связи молочной продуктивности коров с их линейной принадлежностью. Таким образом, оценка линий, их сочетаемость (при внутрилинейном подборе и кроссе линий), на основе которых можно разработать методы для создания племенного молочного стада, имеет большое значение при совершенствовании и создании высокопродуктивных стад молочного скота [7].

Подбор предшествует отбору и направлен на создание высокопродуктивного молочного стада [5]. При осуществлении практической деятельности важно знать эффективность сочетаемости линий, насколько их скрещивание позволит получить более продуктивное потомство.

Цель исследований – оценка сочетаемости линий и улучшение на основании этого традиционных методов подбора при создании племенных стад в молочном скотоводстве.

Для того чтобы достичь поставленной цели, необходимо решить следующие задачи:

- оценить молочную продуктивность первотелок разной линейной принадлежности;
- провести оценку сочетаемости линий при совершенствовании стада молочного скота.

Материалы и методы исследований. Исследования были проведены на базе АО «Агрофирма «Куснар»» Цивильского района Чувашской Республики. В декабре 2019 г. хозяйство получило статус племенного репродуктора по разведению коров черно-пестрой породы. Объектом исследований являлись 80 коров-первотелок, которые имеют в своем генотипе более 90 % кровности по улучшающей породе – голштинской.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализируемое поголовье первотелок хозяйства принадлежит к следующим линиям: Вис Бэк Айдиала (сокращенно ВБА), Монтвик Чифтейна (МЧ), Рефлекшн Соверинга (РС), Пабст Говернера (ПГ) и Говернер оф Корнейшена (ГК).

В таблице 1 представлены сведения о молочной продуктивности коров-первотелок разных генеалогических линий голштинов.

Анализ представленных в таблице 1 данных показывает, что из 80 первотелок стада АО «Агрофирма «Куснар»» наибольшее количество голов представлено линиями Вис Бэк Айдиала – 39, или 48,8 %, и Монтвик Чифтейна – 22 головы, или 27,5 %. На долю линии Пабст Говернера приходится 17 первотелок (21,3 %). Коров-первотелок линии Рефлекшн Соверинга было всего 2, или 2,5 %. Лучшими по удою среди остальных линий были первотелки (n=39) голштинской линии Вис Бэк Айдиала (6441 кг молока). Их превосходство над сверстницами составило по удою 374 кг (при P<0,05), а по жирности молока – 0,01 %. Однако по содержанию белка в молоке первотелки линии Вис Бэк Айдиала уступают сверстницам на 0,05 %. Достоверность разницы высока (P<0,001).

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров-первотелок разных линий голштинской породы

Линия	N, гол.	Удой, кг		Содержание жира в молоке, %		Содержание белка в молоке, %	
		X±m _x	разница ± к среднему	X±m _x	разница ± к среднему	X±m _x	разница ± к среднему
ВБА	39	6441±152,7	+374*	4,29±0,02	+0,01	3,11±0,01	-0,05***
МЧ	22	5936±175,8	-131	4,26±0,03	-0,02	3,21±0,02	+0,05*
ПГ	17	5411±141,8	-656***	4,28±0,03	-	3,18±0,01	+0,02
РС	2	5797±429,5	-270	4,20±0,05	-0,08	3,28±0,02	+0,12***
В среднем	80	6067±103,7	-	4,28±0,02	-	3,16±0,01	-

*P<0,05, ***P<0,001

Максимальная продуктивность была зафиксирована у первотелок линии МЧ (n = 22, 5936 кг молока) и первотелок линии Рефлекшн Соверинг (n=2, 5797 кг молока). Однако животные этих линий уступают по количеству удоя сверстницам на 131...270 кг молока, а по массовой доле жира – на 0,02...0,08 %. При этом по массовой доле белка в молоке они превосходят их на 0,05...0,12 % (разница достоверна).

При осуществлении практической деятельности необходимо учитывать сочетаемость линий, то есть определить, при скрещивании каких линий получают более продуктивное потомство [3].

Анализ родословных коров показал, что в хозяйстве применяется как внутрилинейное разведение коров, так и кроссы линий. В АО «Агрофирма «Куснар»» был осуществлен внутрилинейный подбор линий Вис Бэк Айдиала и Пабст Говернера, результаты анализа которого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Внутрилинейный подбор в голштинской породе

Линии	N, гол.	Удой, кг		Содержание жира в молоке, %		Содержание белка в молоке, %	
		X±m _x	разница ± к среднему	X±m _x	разница ± к среднему	X±m _x	разница ± к среднему
ВБА	5	6721±319,8	+654*	4,20±0,07	-0,08	3,14±0,03	-0,02
ПГ	4	5433±254,0	-634*	4,37±0,06	+0,09	3,22±0,03	+0,06*
В среднем	80	6067±103,7	-	4,28±0,02	-	3,16±0,01	-

*P<0,05

В отношении других линий внутрилинейный подбор не применялся. Лучший удой был зафиксирован у первотелок линии Вис Бэк Айдиала – 6721 кг молока. Их удой был выше среднего на 654 кг молока (P<0,05). В то же время по жирности молока и содержанию белка в молоке эти первотелки уступили сверстницам: их показатели оказались ниже на 0,08 и 0,02 %, соответственно. При внутрилинейном подборе было выявлено, что животные линии Пабст Говернера оказались менее продуктивными, чем сверстницы, на 634 кг молока (при P<0,05). При этом по жирности и белковости молока они превосходили остальных на 0,09 и 0,06 % (при P<0,05), соответственно.

При создании высокопродуктивных стад молочного скота и их совершенствовании большое научное и практическое значение имеет наряду с изучением внутрилинейного подбора и оценка кросса линий, эффективность которого представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Сочетаемость линий при кроссах по голштинской породе

Кросс линий (О х М)	N, гол.	Удой, кг		Содержание жира в молоке, %		Содержание белка в молоке, %	
		X±m _x	разница ± к среднему	X±m _x	разница ± к среднему	X±m _x	разница ± к среднему
ВБА х МЧ	5	6597±370,9	+530	4,32±0,02	+0,04	3,13±0,03	-0,03
ВБА х РС	9	6320±393,5	+253	4,36±0,06	+0,08	3,11±0,01	-0,05***
ВБА х ПГ	19	6363±227,6	+296	4,28±0,03	-	3,10±0,01	-0,06***
МЧ х ГК	2	5877±952,5	-190	4,26±0,11	-0,02	3,24±0,03	+0,08**
МЧ х РС	9	6113±270,9	+46	4,31±0,07	+0,03	3,22±0,03	+0,06*
МЧ х ПГ	5	6197±378,6	+130	4,19±0,04	-0,09*	3,20±0,05	+0,04
МЧ х ВБА	5	5670±247,4	-397	4,30±0,06	+0,02	3,19±0,06	+0,03
ПГ х ВБА	7	5514±168,4	-553**	4,29±0,03	+0,01	3,17±0,02	+0,01
ПГ х РС	3	4777±537,9	-1290*	4,20±0,01	-0,08	3,16±0,01	-
В среднем	80	6067±103,7	-	4,28±0,02	-	3,16±0,01	-

*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001

Анализ данных, представленных в таблице 3, позволяет сделать следующий вывод: наиболее удачными оказались кроссы линии Вис Бэк Айдиалас с такими линиями голштинской породы, как Монтвик Чифтейна, Рефлекшн Соверинга и Пабст Говернера. Их преимущество над первотелками-сверстницами составило 253...530 кг молока. Незначительное превосходство над сверстницами отмечается и у коров-первотелок, полученных от кросса линии Монтвик Чифтейнас с линиями Рефлекшн Соверинга и Пабст Говернера. Другие варианты кроссов линий неэффективны. По удою они уступают сверстницам на 190..553 кг молока. Наименее результативным оказался кросс линий Пабст Говернера с Рефлекшн Соверинг. Разница по удою у первотелок составила 1290 кг молока (при P<0,05).

Результаты содержания массовой доли жира и белка в молоке при кроссе линий были достаточно противоречивыми. Достоверное превосходство над сверстницами было зафиксировано лишь по белковомолочности первотелок, полученных кроссом линии Монтвик Чифтейна с линией ГК и Рефлекшен Соверинг (на 0,08 и 0,06 % (при $P < 0,01$ и $P < 0,05$), соответственно).

Таким образом, мы можем сделать вывод: обратные спаривания при кроссах линий дают неоднозначные результаты. Эти данные следует учитывать в практической работе селекционера. Коровы-первотелки, полученные при прямом кроссе ВБАХПГ, ВБАХМЧ превосходили по количеству удоя сверстниц, полученных с помощью обратного кросса, на 849 и 927 кг молока, соответственно.

Выводы. Оценка молочной продуктивности коров-первотелок разной линейной принадлежности и сочетаемости линий позволяют делать вывод, что при создании высокопродуктивного стада молочного скота следует обратить внимание на первотелок линии Вис Бэк Айдиала. Их продуктивность выше, чем у сверстниц, на 374 кг. При совершенствовании племенных стад молочного скота необходимо применять как внутрилинейный подбор, так и кросс линий с учетом их сочетаемости.

Литература

1. Бахарев, А. А. Молочная продуктивность и состав молока коров-первотелок мясных пород / А. А. Бахарев // Агропродовольственная политика России. – 2012. – № 9. – С. 57-59.
2. Воронова, И. В. Влияние пивной дробины на молочную продуктивность коров / И. В. Воронова, Н. Л. Игнатьева // Достижения и перспективы реализации национальных проектов развития АПК: сборник научных трудов по итогам VIII Международной научно-практической конференции. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2020. – С. 144-146.
3. Встречаемость комплексных генотипов каппа-казеина и диацилглицерол о-ацилтрансферазы у молочного скота разных линий / И.О. Ефимова, Л. Р. Загидуллин, Р. Р. Шайдуллин [и др.] // Перспективы развития аграрных наук: материалы Международной научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская государственная сельскохозяйственная академия, 2020. – С. 121-122.
4. Игнатьева, Н. Л. Белковый состав молока коров разного генетического происхождения / Н. Л. Игнатьева, Р. М. Айзатов // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. - Т. 209. – С.128-132.
5. Леонтьев, Л. Б. Способ сохранения продуктивного здоровья нетелей / Л. Б. Леонтьев, Н. И. Кульмакова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 1 (33). – С. 107-110.
6. Мкртчян, Г. В. Белковомолочность коров и возможные пути его повышения / Г. В. Мкртчян, А. В. Бакай, А. Н. Кривихова // Зоотехния. – 2020. – № 4. – С.2-7.
7. Прокофьев, А. Н. Внутрилинейный подбор и кросс линий при создании высокопродуктивных стад молочного скота: автореферат диссертации на соискание степени кандидата сельскохозяйственных наук. – Ульяновск, 2020. – 24 с.
8. Состояние и перспективы развития молочного скотоводства в Российской Федерации / И. М. Дунин, Р. К. Мещеров, С. Е. Тяпугин [и др.] // Зоотехния. – 2020. – № 2. – С. 2-5.
9. Эффективность использования генетического потенциала быков-производителей различных линий / Н. И. Хайруллина, Н. Г. Фенченко, Д. Х. Шамсутдинов, Ф. М. Шагалиев // Молочное и мясное скотоводство. – 2020.- № 6. – С.24-26.
10. Ignatieva, N. L. Protein content in milk of holstein black-and-white cows / N.L. Ignatieva, E.Yu. Nemtseva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Cheboksary, 2020. – Vol. 443 – P. 012042.
11. Prevention of metabolic disorders in new cows / I. Voronova, N. Ignatieva, E. Nemtseva, G. Toboev // Prospects for the development of agricultural sciences AgroScience-2021: proceedings of the international scientific and practical conference. – Cheboksary: FGBOU VO Chuvash State University, 2021. - P. 29.

Сведения об авторах

1. **Игнатьева Наталья Леонидовна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29; e-mail: ignatieva_natalia@mail.ru, тел. 8-927-849-89-64;

2. **Воронова Инна Васильевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры общей и частной зоотехнии, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29; e-mail: voinn1978@mail.ru, тел. 8-905-199-01-31;

3. **Тобоев Геральд Маркович**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, декан факультета ветеринарной медицины и зоотехнии, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, д. 29; e-mail: tgeorg1931@mail.ru, тел. 8-905-197-74-23.

УДК 636.2.034

INLINE SELECTION AND CROSS OF LINES WHEN CREATING BREEDING HERDS IN DAIRY CATTLE**N. L. Ignatieva, I. V. Voronova, G. M. Toboev***Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Brief abstract. Evaluation of lines, their compatibility (with intraline selection and cross of lines), on the basis of which methods can be developed for creating a breeding dairy herd, is of great importance in the creation of highly productive dairy cattle herds and their improvement. When carrying out practical activities, it is important to know how effective the compatibility of lines is, what kind of crossing will allow you to get more productive offspring. The aim of the research was to assess the compatibility of lines and improve on the basis of this traditional methods of selection of livestock when creating breeding herds in dairy farming. Of the 80 first-calf heifers of the herd, the largest number of heads is represented by Vis Back Aydiala lines - 39, or 48.8%, and Montvik Chieftain - 22, or 27.5%. The Pabst Governer line has 17 first-calf heifers (21.3%). The first-calf cows of the Reflection Sovering line were only 2 heads, or 2.5%. The results of the analysis showed that the first heifers ($n = 39$) of the Vis Back Aydiala Holstein line (6441 kg of milk) were the best in terms of milk yield among the other lines. Analysis of the results of in-line selection showed that first-calf heifers of the Vis Back Aydiala line also distinguished themselves with the best milk yield - 6721 kg of milk. Analyzing the cross of the Vis Back Aydiala line with other lines of the Holstein breed (MCh, RS and PG,), we came to the conclusion that their advantage over first-calf heifers of the same age is 253 ... 530 kg of milk. First-calf cows from the Montvik Miftane and Reflection Sovering and Pabst Governer lines also have some advantage over their peers. Thus, when improving breeding herds of dairy cattle, it is necessary to use both intra-line selection and cross lines, taking into account their compatibility.

Key words: line, Holstein breed, milk productivity, fat mass fraction, protein mass fraction, line compatibility, first-calf heifers.

References

1. Baharev, A. A. Molochnaya produktivnost' i sostav moloka korov-pervotyolok myasnyh porod / A. A. Baharev // Agroprodukovol'stvennaya politika Rossii. – 2012. – № 9. – S. 57-59.
2. Voronova, I. V. Vliyaniye pivnoj drobinyy na molochnuyu produktivnost' korov / I. V. Voronova, N. L. Ignat'eva // Dostizheniya i perspektivy realizatsii nacional'nyh proektov razvitiya APK: sbornik nauchnyh trudov po itogam VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Nal'chik: Kabardino-Balkarskiy GAU, 2020. – S. 144-146.
3. Vstrechaemost' kompleksnyh genotipov kappa-kazeina i diacilglice-rol o-aciltransferazy u molochnogo skota raznyh liniy / I.O. Efimova, L. R. Zagidullin, R. R. SHajdullin [i dr.] // Perspektivy razvitiya agrarnykh na-uk: materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. – Cheboksary: CHuvashskaya gosudarstvennaya sel'skohozyajstvennaya akademiya, 2020. – S. 121-122.
4. Ignat'eva, N. L. Belkovyy sostav moloka korov raznogo geneticheskogo proiskhozhdeniya / N. L. Ignat'eva, R. M. Ajzatov // Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny im. N.E. Bauman. – 2012. – T. 209. – S.128-132.
5. Leont'ev, L. B. Sposob sohraneniya produktivnogo zdorov'ya netelej / L. B. Leont'ev, N. I. Kul'makova // Vestnik Ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2016. – № 1 (33). – S. 107-110.
6. Mkrtychyan, G. V. Belkovomolochnost' korov i vozmozhnye puti ego povysheniya / G. V. Mkrtychyan, A. V. Bakaj, A. N. Krovihova // Zootekhniya. – 2020. – № 4. – S.2-7.
7. Prokof'ev, A. N. Vnutrilinejnyj podbor i kross liniy pri sozda-nii vysokoproduktivnyh stad molochnogo skota: avtoreferat dissertatsii na soiskanie stepeni kandidata sel'skohozyajstvennykh nauk. – Ul'yanovsk, 2020. – 24 s.
8. Sostoyaniye i perspektivy razvitiya molochnogo skotovodstva v Rossij-skoj Federatsii / I. M. Dunin, R. K. Meshcherov, S. E. Tyapugin [i dr.] // Zootekh-niya. – 2020. – № 2. – S. 2-5.
9. Effektivnost' ispol'zovaniya geneticheskogo potentsiala bykov-proizvoditelej razlichnyh liniy / N. I. Hajrullina, N. G. Fenchenko, D. H. SHamsutdinov, F. M. SHagaliev // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. – 2020.- № 6. – S.24-26.
10. Ignatieva, N. L. Protein content in milk of holstein black-and-white cows / N.L. Ignatieva, E.Yu. Nemtseva // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Cheboksary, 2020. – Vol. 443 – P. 012042.
11. Prevention of metabolic disorders in new cows / I. Voronova, N. Ignatieva, E. Nemtseva, G. Toboev // Prospects for the development of agricultural sciences AgroScience-2021: proceedings of the international scientific and practical conference. – Cheboksary: FGBOU VO Chuvash State University, 2021. - P. 29.

Information about authors

1. **Ignatieva Natalia Leonidovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, d. 29; e-mail: ignatieva_natalia@mail.ru, tel. 8-927-849-89-64;

2. **Voronova Inna Vasilievna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of General and Private Animal Science, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, d. 29; e-mail: voinn1978@mail.ru, tel. 8-905-199-01-31;

3. **Toboev Gerald Marksovich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, d. 29; e-mail: tgeorg1931@mail.ru, tel. 8-905-197-74-23.

УДК 57.043

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ФУНКЦИИ ПЛАНАРИЙ ПРИ ФИЗИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

А. В. Степанов¹, Д. И. Тетельбаум², А. И. Дмитриева¹, А. В. Константинова¹, Д. С. Юманов¹,
А. П. Попов¹, А. В. Коваленко¹

¹Чувашский государственный аграрный университет
428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

²Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского
603022, г. Нижний Новгород, Российская Федерация

Аннотация. В настоящей работе представлены результаты экспериментальных исследований влияния гиперзвуковых волн, возбуждаемых гетероструктурой (кремниевой пластиной с естественным оксидом) на выживаемость планарий после их декапитации. Целью работы было изучение физических и биологических факторов, влияющих на регенерацию планарий. Основным объектом исследования был модельный организм – планария *Dugesia Tigrina*. Эксперимент состоял в том, что проводилась декапитация планарий при помощи стерильного скальпеля. Было выделено 2 группы (контрольная и опытная) по 10 планарий в каждой. Выбирались планарии с длиной туловища около 10 мм. Декапитация проводилась так: отсекалась верхняя часть головы выше линии глаз планарий. В опытной группе сразу после декапитации проводилось облучение планарий гиперзвуком с помощью установки. Планарии были обезглавлены, а затем в течение недели находились под наблюдением в их среде обитания. Происходила идентификация и подсчет микроорганизмов, посев бактериальной микрофлоры, контроль температуры и рН. Для объяснения механизмов, возникающих под действием гиперзвука, была разработана математическая модель прохождения гиперзвуковых волн через тонкий слой воды вблизи границы раздела стекло-жидкость. После декапитации опытной группы было обнаружено, что в опытной группе, подвергшейся воздействию гиперзвука, в процессе регенерации выживаемость планарий была на 60 % выше, чем в контрольном варианте. Было доказано, что в водной среде вдоль границы раздела стекло-вода гиперзвуковое распространение происходит с меньшим затуханием, чем в водяном столбе. Это приводит к волноводному эффекту и улучшенной передаче гиперзвуковых эффектов исследуемым организмам.

Ключевые слова: регенерация, планарии, гиперзвук, молекулярная динамика, эффект дальнего действия.

Введение. Новые эксперименты по установлению влияния миллиметровых электромагнитных и акустических волн на живые системы и их ткани доказывают важность использования миллиметровых волн [1] в качестве биопрепаратов в ветеринарной медицине [3], [5]. В этом случае создание и распространение этих волн сопровождается акустическими колебаниями и гиперзвуковыми волнами, которые являются агентами указанного влияния. Открытым остается вопрос о механизме, обеспечивающем установленную аномально большую глубину проникновения в зону влияния облучения. Ранее было установлено явление (эффект дальнего действия, ЭД [4], [6]), способное прояснить данный механизм: при облучении светом твердого тела (на примере кремния), находящегося в контакте с системой, содержащей водный раствор NaCl (от 0,1 до 7 %), происходит изменение свойств другого образца, расположенного на расстоянии нескольких сантиметров от облученного. Согласно предложенной модели, ЭД обусловлен генерацией облучаемым образцом гиперзвуковых волн, а их распространение на большие расстояния в указанной системе связано с волноводными свойствами границы раздела раствора с твердым телом. Представленные сведения имеют особое значение в связи с тем, что ионы щелочных металлов в живых организмах участвуют в большинстве биологических процессов.

В данной работе ЭД исследуется в отношении живых систем, планарий (из подотряда Tricladida).

Планарии обладают уникальной регенеративной способностью, поэтому особенно интересны для исследования. Так, у человека за процессы регенерации тканей в случае повреждения ответственны региональные стволовые клетки. В тканях организма данные стволовые клетки представлены в малых количествах, что делает их изучение *in vivo* сложной процедурой. Зрелые стволовые клетки планарий (необласты) имеются в количестве до 30 % от общего количества клеток [6], [7], [13]. Консервативная часть генома стволовых клеток человека гомологична (около 90 %) соответствующим генам планарий [9], [17]. Некоторые виды планарий (например, *Dendrocoelum lacteum*) неспособны восстанавливать утраченные части