

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СТЕПЕНЕЙ ИНБРИДИНГА НА ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА РЕМОНТНЫХ ТЁЛОК

Руденко Оксана Васильевна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник отдела животноводства, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-8355-1048>

Нижегородский НИИСХ – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока
607686, Нижегородская область, Кстовский р-н, с.п. Селекционной станции, e-mail: oksrud76@mail.ru

Ключевые слова: инбридинг, ремонтные тёлки, живая масса, среднесуточный прирост

В статье проведён анализ влияния различных степеней инбридинга на живую массу и среднесуточные приросты ремонтных тёлочек в возрасте от рождения до года. Исследования проведены на тёлках голштинской породы в ООО «ПЗ «Пушкинское» Нижегородской области. Установлено, что повышение степени инбридинга не имеет значительного влияния на живую массу и интенсивность роста ремонтных тёлочек. При рождении все тёлки имели практически одинаковую массу, в 6 месяцев небольшое превосходство имели тёлки в группе с отдаленной степенью инбридинга – 192,4 кг, в 12 месяцев наибольшую массу имели тёлки с близким инбридингом – 361,9 кг. Наибольшая скорость роста от рождения до 6 месяцев характерна для ремонтного молодняка, полученного путём родственного спаривания с использованием отдаленной и умеренной степеней инбридинга (850-856 г/сут.). Наибольшая скорость роста от 6 месяцев до года характерна для группы с близкой степенью инбридинга – 940 г в сутки. Коэффициент изменчивости живой массы при рождении в группе с близким инбридингом составил 10,93%, а в группе аутбридинга самый высокий показатель – 17,36%. Но в дальнейшем наблюдалось уменьшение коэффициента вариации, с возрастом он становится почти одинаковым во всех группах. Умеренная и отдаленная степени инбридинга почти не влияют ни на один из изучаемых показателей, близкая степень инбридинга незначительно повышает живую массу при рождении ($r = 0,194$), но на живую массу в 6 и 12 месяцев, при первом оплодотворении, а также на среднесуточный прирост с рождения до 6 месяцев влияет отрицательно ($r = -0,230, -0,243, -0,175, -0,280$, соответственно). Таким образом, проведённые исследования не выявили отрицательного влияния повышения степени инбридинга на показатели роста и развития ремонтных тёлочек.

Введение

Инбридинг – один из важных приёмов для закрепления и укрепления наследственных свойств животных, создания новых и улучшения существующих пород, типов, линий [1]. По сей день инбридинг широко используется в чистопородном разведении, породообразовании, племенном разведении по линиям, по этой причине необходимо детально изучить его сущность, роль и место в племенной системе. Особенно остро проблема стоит в молочном животноводстве в связи с широким использованием генофонда зарубежных пород, завезенных в регионы России [2]. На основе отечественных пород создаются региональные типы молочного скота, и закрепление типа возможно только с применением инбридинга.

Однако кроме положительных качеств инбридинг может иметь и отрицательные последствия вследствие увеличения гомозиготности организмов [3, 4, 5]. Исследованиями Harpen P. Doekes [6] установлено, что увеличение гомозиготности по всему геному на 1% привело к снижению удоя молока за 305 дней лактации примерно на 99 кг. Для повышения генетического потенциала молочного скота селекционеры

стремятся использовать ограниченное количество быков-производителей с высокой племенной ценностью [7, 8,]. Такой подход приводит к увеличению инбредной депрессии, снижению адаптивных свойств организма и воспроизводительных качеств коров [9, 10, 11].

Среди специализированных молочных пород в нашей стране ведущее место занимает голштинская порода крупного рогатого скота, от дальнейшего совершенствования которой во многом зависит уровень валовой продукции молока в нашей стране [12, 13].

Цель исследований – изучить влияние различных степеней инбридинга на рост и развитие ремонтных тёлочек.

Материалы и методы исследований

Исследования проведены на базе ООО «ПЗ «Пушкинское» Большеболдинского района Нижегородской области, объект исследования – коровы голштинской породы 950 голов. Данные получены из журналов первичного зоотехнического учёта и базы данных Selex.

Животные были разделены на четыре группы:

1 - аутбредные животные (коэффициент инбридинга 0%);

2 - отдаленный инбридинг (коэффициент инбридинга от 0,1 до 1,56%);

3 - умеренный инбридинг (коэффициент инбридинга от 1,57 до 12,5%);

4 - близкий инбридинг (коэффициент инбридинга от 12,6 до 25,0%).

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы Microsoft Excel-365. Влияние степени инбридинга на показатели роста ремонтных телок определяли однофакторным дисперсионным анализом. Статистическую значимость разницы между показателями групп определяли по критерию Фишера для множественного сравнения. Определение достоверности коэффициента корреляции определяли по критерию Стьюдента.

Результаты исследований

В хозяйстве основную долю занимают коровы, полученные без применения родственного спаривания (50,3%), животные с отдалённым и умеренным инбридингом занимают 27,8 и 20,3% соответственно. На долю близкого инбридинга приходится 1,6 % исследуемого поголовья (рис.).

Вырастить хорошо развитых и здоровых животных, способных впоследствии реализовать потенциал молочной продуктивности за счёт наследственности, можно только тогда, когда вся система выращивания основана на закономерностях роста и развития молодняка, формировании всех основных функций организма, что требует корректировки систем кормления и содержания животных в зависимости от их потребностей в разные периоды жизни [14, 15].

Цель выращивания тёлки – получить полноценное животное, которое при определенных производственных условиях будет подготовлено к долгой продуктивной жизни [16]. Эта цель предполагает, что тёлка достигает оптимальной массы тела в определенном возрасте. Этот возраст определяется совокупностью её генетических возможностей и факторов среды, обусловленных технологическими особенностями системы выращивания молодняка в хозяйстве [17, 18].

Для изучения влияния инбридинга разной степени на скорость роста ремонтных телок

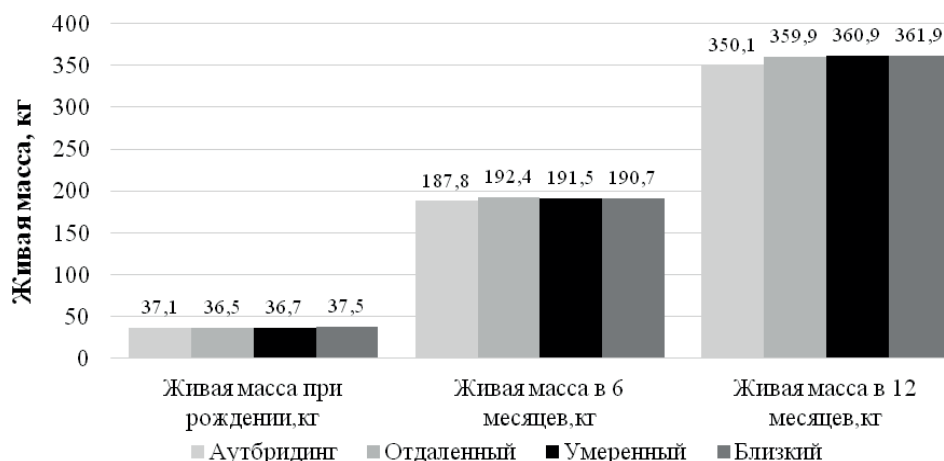


Рис. - Динамика живой массы молодняка в период с рождения до года при различных степенях инбридинга в ООО «ПЗ «Пушкинское»

мы изучали показатели, характеризующие рост молодняка в хозяйстве от рождения до первого плодородного осеменения [19, 20].

По результатам оценки животных по скорости роста в разные периоды их онтогенеза следует отметить отсутствие больших различий в динамике живой массы при рождении телят всех групп. Молодняк, полученный как аутбридингом, так и инбридингом, характеризуется одинаковыми крупными размерами плодов, которые в условиях племенного завода колеблются в пределах 36,5–37,5 кг (рис.).

Небольшое превосходство по показателю «живая масса в 6 месяцев» прослеживается в пользу молодняка, полученного путем родственного спаривания. Живая масса в 6 месяцев в группе с отдаленной степенью инбридинга составила 192,4 кг, а в группе с неродственным скрещиванием 187,7 кг (табл. 1), что на 4,7 кг меньше, но эта разница между группами незначительна и влияние фактора не установлено.

Группа аутбридинга имеет фактическое отставание по живой массе в 12 месяцев по сравнению с группами с различными степенями инбридинга в пределах 9,8-11,8 кг, и это подтверждается дисперсионным анализом, сила влияния степени инбридинга на этот показатель составила 1,72 %. ($F > F_{st}$, $p < 0,05$)

Наибольшая скорость роста от рождения до 6 месяцев характерна для ремонтного молодняка, полученного путём родственного спаривания с использованием отдалённой и умеренной степени инбридинга. При этом отдалённый инбридинг обеспечивает наиболее высокую скорость роста до шестимесячного возраста – 856 г в сутки, а применение умеренного инбридинга обеспечивает среднесуточный прирост в 850 г, тогда как в группе с аутбридингом

Таблица 1
Показатели роста ремонтных тёлочек с рождения до года

| Степень инбридинга | Поголовье, гол. | Живая масса, кг $X \pm m$ | | | Среднесуточный прирост, г $X \pm m$ | |
|--------------------|-----------------|------------------------------|---------------|---------------|--|---------------------------|
| | | При рождении | В 6 месяцев | В 12 месяцев | С рождения до 6 месяцев | С 6 месяцев до 12 месяцев |
| Аутбридинг | 478 | 37,14 ± 0,70 | 187,80 ± 2,04 | 350,12 ± 3,33 | 827,80 ± 10,73 | 891,86 ± 12,27 |
| Отдаленный | 264 | 36,49 ± 0,35 | 192,36 ± 1,21 | 359,96 ± 1,81 | 856,46 ± 6,26 | 920,85 ± 6,50 |
| Умеренный | 193 | 36,65 ± 0,36 | 191,45 ± 1,24 | 360,99 ± 1,88 | 850,54 ± 6,63 | 931,56 ± 7,25 |
| Близкий | 15 | 37,53 ± 1,06 | 190,73 ± 4,89 | 361,93 ± 6,10 | 841,76 ± 26,11 | 940,66 ± 15,06 |

Таблица 2
Коэффициент изменчивости показателей роста ремонтных тёлочек с рождения до года (C_v), %

| Степень инбридинга | Поголовье, гол. | Живая масса | | | Среднесуточный прирост | |
|--------------------|-----------------|--------------|-------------|--------------|-------------------------|-------------------|
| | | При рождении | В 6 месяцев | В 12 месяцев | С рождения до 6 месяцев | С 6 до 12 месяцев |
| Аутбридинг | 478 | 17,36 | 9,99 | 8,78 | 11,95 | 12,68 |
| Отдаленный | 264 | 15,43 | 10,24 | 8,18 | 11,88 | 11,47 |
| Умеренный | 193 | 13,55 | 9,03 | 7,24 | 10,82 | 10,81 |
| Близкий | 15 | 10,93 | 9,92 | 6,52 | 12,01 | 6,20 |

Таблица 3
Связь степени инбридинга с показателями роста тёлочек

| Показатели роста | Степень инбридинга | | |
|---|--------------------|-----------|---------|
| | Отдаленный | Умеренный | Близкий |
| Живая масса при рождении, кг | -0,006 | 0,090 | 0,194 |
| Живая масса в 6 месяцев, кг | 0,049 | 0,023 | -0,230 |
| Живая масса в 12 месяцев, кг | 0,013 | 0,067 | -0,243 |
| Живая масса 1 оплодотворения, кг | 0,046 | -0,148* | -0,175 |
| Возраст 1 оплодотворения, мес. | 0,010 | -0,123 | -0,036 |
| Среднесуточный прирост с рождения до 6 месяцев, г | 0,054 | -0,003 | -0,280 |
| Среднесуточный прирост с 6 до 12 месяцев, г | -0,030 | 0,074 | -0,129 |

*- $p < 0,05$

среднесуточный прирост составляет 827 г, что на 29 и 23 г меньше, соответственно. Но эти различия между группами незначительны и влияние фактора не установлено.

Наибольшая скорость роста от 6 месяцев

до года характерна для группы с близкой степенью инбридинга – 940 г в сутки. Среднесуточный прирост в группах с умеренной и отдаленной степенью инбридинга составляет 931 и 920 г соответственно. В группе с применением аутбридинга среднесуточный прирост 891 г, что на 49, 40 и 29 г меньше соответственно. Влияние степени инбридинга на среднесуточный прирост с шестимесячного до годовалого возраста не велико, но статистически значимо – 1,63%. ($F > F_{st}$, $p < 0,05$)

Таким образом, в ООО «ПЗ «Пушкинское»» повышение степени инбридинга никак не отразилось на показателях роста тёлочек, либо имело очень небольшое влияние. Наблюдается четкая тенденция: более массивные животные в ранний период онтогенеза (при рождении) сохраняли своё преимущество по живой массе вплоть до годовалого возраста. Этот вывод подтверждается и анализом показателя скорости тёлочек по среднесуточному приросту живой массы.

С целью изучения изменчивости показателей роста внутри групп ремонтного молодняка были рассчитаны коэффициенты вариации в разные периоды онтогенеза (табл. 2).

Анализируя данные таблицы 2, можно сделать вывод, что чем больше степень инбридинга, тем больше в группе однотипных животных по живой массе при рождении, поэтому коэффициент изменчивости в группе с близким инбридингом составляет 10,93%, а в группе аутбридинга самый высокий показатель – 17,36%, увеличившись на 6,43%. Но в дальнейшем мы наблюдаем уменьшение коэффициента вариации, с возрастом он становится почти одинаковым во всех группах. В хозяйстве большое внимание уделяется выращиванию ремонтного молодняка с целью получения похожих и хорошо развитых животных к первому осеменению, в дальнейшем формируется однотипное молочное стадо, приспособленное к промышленной технологии производства молока. Возможно, этим и обусловлено снижение уровня фенотипического разнообразия показателей роста тёлочек.

Коэффициент изменчивости среднесуточных приростов во всех группах различается мало и составляет от рождения до 6 месяцев – 10,82-

12,01%. Но от 6 месяцев до года мы можем наблюдать резкое снижение коэффициента вариации в группе с близкой степенью инбридинга (6,20%), что в среднем на 5,45% меньше, чем в других группах.

При анализе влияния различных степеней инбридинга на семь основных показателей роста (табл. 3) было выявлено, что отдаленная степень инбридинга почти не влияет ни на один показатель, значения по всем показателям варьируют от -0,006 до 0,054.

Умеренная степень слабо влияет на показатели роста и развития, но в этой группе определен достоверный коэффициент отрицательной корреляции на живую массу при первом оплодотворении ($p < 0,05$). Близкая степень инбридинга незначительно положительно влияет на живую массу при рождении, а вот на живую массу в 6 и 12 месяцев, а также при первом оплодотворении и среднесуточный прирост с рождения до 6 месяцев наблюдается отрицательное влияние. Во всех случаях сила связи между показателями слабая, достоверный отрицательный коэффициент корреляции установлен только между степенью инбридинга и живой массой при первом оплодотворении при умеренной степени родственного спаривания.

Таким образом, увеличение степени инбридинга приводит к очень незначительному уменьшению показателей роста тёлочек, что не может служить показателем инбредной депрессии.

Обсуждение

В наших исследованиях не установлено значительного влияния различных степеней инбридинга на живую массу и интенсивность роста ремонтных тёлочек. При рождении все тёлочки имели практически одинаковую массу, в 6 месяцев небольшое превосходство имели тёлочки в группе с отдаленной степенью инбридинга – 192,4 кг, в 12 месяцев наибольшую массу имели тёлочки с близким инбридингом – 361,9 кг.

Наибольшая скорость роста от рождения до 6 месяцев характерна для ремонтного молодняка, полученного путём родственного спаривания с использованием отдаленной и умеренной степени инбридинга (850-856 г/сут.). Наибольшая скорость роста от 6 месяцев до года характерна для группы с близкой степенью инбридинга – 940 г в сутки.

Повышение уровня гомозиготности приводит к сокращению генетического разнообразия, в наших исследованиях это отразилось и на фенотипической изменчивости признаков:

коэффициент изменчивости живой массы при рождении в группе с близким инбридингом составил 10,93%, а в группе аутбридинга самый высокий показатель – 17,36%. Но в дальнейшем мы наблюдаем уменьшение коэффициента вариации, с возрастом он становится почти одинаковым во всех группах.

Умеренная и отдаленная степени инбридинга почти не влияют ни на один из изучаемых показателей, близкая степень инбридинга незначительно повышает живую массу при рождении, но на живую массу в 6 и 12 месяцев, а также при первом оплодотворении и на среднесуточный прирост с рождения до 6 месяцев влияет отрицательно.

Любой организм реализует свою генетическую программу в конкретных условиях окружающей среды. В хозяйстве большое внимание уделяют выращиванию ремонтных тёлочек. Оптимальные условия содержания, сбалансированное кормление и своевременная выбраковка особей по жизнеспособности нивелируют вредные последствия инбредной депрессии и позволяют вырастить крепкий молодняк с высоким генетическим потенциалом.

Заключение

Проведённые исследования не выявили отрицательных последствий повышения степени инбридинга на показатели роста и развития ремонтных тёлочек. Молодняк, полученный как аутбридингом, так и инбридингом, характеризуется одинаковой крупноплодностью (36,5–37,5 кг). В 6 месяцев наибольшую живую массу имели тёлочки, полученные при отдаленном инбридинге (192,36 кг), в 12 месяцев – при близкой степени (361,93 кг).

Молодняк во всех группах растёт интенсивно, среднесуточный прирост с рождения до 6 месяцев составил 827-856 г, с 6 до 12 месяцев – 892-941 г. При этом отмечен более быстрый рост тёлочек в группах с различными степенями инбридинга.

С возрастом отмечается снижение вариации исследуемых показателей роста животных во всех группах. Все степени инбридинга практически не влияют на показатели роста молодняка.

Библиографический список

1. Ерохин, А. И. Инбридинг и селекция животных / А. И. Ерохин, А. П. Солдатов, А. И. Филатов. – Москва : Агропромиздат, 1985. – 156 с.
2. Эффективность применения инбридинга в молочном скотоводстве / О. В. Горелик, Н. А. Юрченко, О. Е. Лиходеевская, С. Ю. Харлап /

Логистика в АПК: тенденции и перспективы развития : сборник статей по материалам Всероссийской научной конференции. - Новосибирск, 2020. – С. 101-104.

3. Влияние инбридинга на продуктивные качества молочного скота / И. П. Иванова, Н. А. Юрк, М. Е. Григорьев, Ю. С. Гаврилова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2021. – Т. 58-2. – С. 77-82.

4. Оценка влияния уровня инбридинга на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров голштинизированной популяции черно-пестрой породы / И. С. Недашковский, А. А. Сермягин, Т. В. Богданова, А. Н. Ермилов, И. Н. Янчуков, Н. А. Зиновьева // Молочное и мясное скотоводство. - 2018. - № 7. - С. 17-22. - DOI: <https://doi.org/10.25632/MMS.2018.7.21450>

5. Inbreeding depression due to recent and ancient inbreeding in Dutch Holstein–Friesian dairy cattle / H. P. Doekes, R. F. Veerkamp, P. Bijma, G. de Jong, S. J. Hiemstra, J. J. Windig // Genet. Sel. Evol. – 2019. – 51. – P. 54. -DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0497-z>

6. Inbreeding depression across the genome of Dutch Holstein Friesian dairy cattle / H. P. Doekes, P. Bijma, R. F. Veerkamp, G. de Jong, Y. C. J. Wientjes, J. J. Windig // Genet. Sel. Evol. - 2020. - 52(1). – P. 64. - DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-020-00583-1>.

7. Зырянова, С. В. Инбридинг, его влияние на хозяйственно-ценные признаки крупного рогатого скота ярославской породы / С. В. Зырянова, М. Ю. Лапина // Вестник Донского государственного аграрного университета. -2019. - № 4-1(34). - С. 37-44.

8. Шендаков, А. И. Мониторинг распространения инбридинга в стадах молочного скота Орловской области / А. И. Шендаков, Т. А. Шендакова, В. Н. Колобанова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2018. - № 6. - С. 88-94.

9. Charlesworth, D. The genetics of inbreeding depression / D. Charlesworth, J. Willis // Nature Reviews Genetics. — 2009. — Vol. 10. — P. 783-796.

10. Смарагдов, М. Г. Оценка инбридинга у голштинизированного скота / М. Г.Смарагдов // Молочное и мясное скотоводство. – 2020. – № 3.

– С. 3-7.

11. Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins / B. O. Makanjuola, C. Maltecca, F. Miglior, F. C. Schenkel, C. F. Baes // BMC Genomics. – 2020. – 21. – P. 605. - DOI: <https://dx.doi.org/10.1186/s12864-020-07031-w>

12. Gudson, G. F. Altering milk composition through genetic selection / G. F. Gudson // J. Dairy Sci. - 1989. - 72.10. - P. 2815-2825.

13. Hudson, G. Altering milk composition through genetic selection / G. Hudson // J. Dairy Sc. - 1989. -72.10. - P. 2815-2825.

14. Баймишев, Х. Б. Рост и развитие телок голштинской породы в зависимости от показателей их жизнеспособности при рождении / Х. Б. Баймишев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – Т. 1, № 4. – С. 67-70.

15. Кудрин, М. Р. Рост, развитие, воспроизводительные качества ремонтных телок по возрастным периодам / М. Р. Кудрин, С. Н. Ижболдина // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53, № 1. – С. 34-39.

16. Huber, J. T. Feeding the growing dairy heifers / J. T. Huber // Anim. Nutrit. Health. - 1983. - 38.4. – P. 48-49.

17. Аширов, М. Тип телосложения и продуктивность / М. Аширов // Сельское хозяйство Узбекистана. – 1990. – № 10. – С. 14-15.

18. Семенова, Н. В. Оценка наследуемости и генетических корреляций продуктивных и технологических признаков молочного скота и их применение в практической селекции / Н. В. Семенова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – С. 44-46.

19. Изменчивость и наследуемость хозяйственно-биологических признаков коров черно-пестрой и голштинской пород в условиях Зауралья / К. К. Есмагамбетов, И. М. Донник, О. Г. Лоретц, П. В. Леонов // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 11(141). – С. 27-29.

20. Swett, W. W. Effect of inbreeding on body size, anatomy and producing capacity of grade Holstein cows / W. W. Swett // U.S. Dept. of Agr. Tehn. Bui. - 1974. - 51.10. – P. 2-6.

INFLUENCE OF VARIOUS INBREEDING DEGREES ON GROWTH INTENSITY OF REPLACEMENT HEIFERS

Rudenko O.V.

Nizhny Novgorod Research Agricultural Institute – Branch of the FARC North-East, 607686, Nizhny Novgorod region, Kstovsky district, v. Seleksionnaya stantsiya, tel.: 8(83145) 65-377, e-mail: oks-rud76@mail.ru

Keywords: inbreeding, replacement heifers, live weight, average daily gain

The article analyzes the effect of various degrees of inbreeding on live weight and average daily gains of replacement heifers aged from birth to one year. The studies were carried out on Holstein heifers in OOO PZ Pushkinskoye of Nizhny Novgorod region. It was found that inbreeding degree increase does not have a significant effect on live weight and growth rate of replacement heifers. All heifers had almost the same weight at birth; heifers in the group with a remote degree of inbreeding had a slight superiority - 192.4 kg at the age of 6 months; at 12 months, heifers with close inbreeding degree had the largest weight - 361.9 kg. The highest growth rate from birth to 6 months is typical for replacement young animals obtained by remote and moderate degrees of inbreeding (850-856 g/day). The highest growth rate from the age of 6 months to one year is typical for a group with a close degree of inbreeding - 940 g per day. The coefficient of live weight variability at birth was 10.93% in the group with close inbreeding and the highest rate was 17.36% in the outbreeding group. Ulteriorly, the variation coefficient decrease was observed, with age it became almost the same in all groups. Moderate and remote degrees of inbreeding have almost no effect on any of the studied parameters, a close degree of inbreeding slightly increases the live weight at birth ($r = 0.194$), but has a negative effect on live weight at 6 and 12 months at the first fertilization, as well as on average daily gain from birth till 6 months ($r = -0.230, -0.243, -0.175, -0.280$, respectively). Thus, the conducted studies did not reveal a negative effect of inbreeding degree increase on growth and development of replacement heifers.

Bibliography:

1. Erokhin, A. I. Inbreeding and breeding of animals / A. I. Erokhin, A. P. Soldatov, A. I. Filatov. - Moscow: Agropromizdat, 1985. - 156 p.
2. Efficiency of inbreeding in dairy cattle breeding / O. V. Gorelik, N. A. Yurchenko, O. E. Likhodeevskaya, S. Yu. Kharlap / Logistics in the agro-industrial complex: trends and development prospects: a collection of articles based on the materials of the All-Russian Scientific Conference.- Novosibirsk, 2020. - P. 101-104.
3. Inbreeding influence on productive qualities of dairy cattle / I. P. Ivanova, N. A. Yurk, M. E. Grigoriev, Yu. S. GavriloVA // Izvestiya of Gorskoy State Agrarian University. - 2021. - V. 58-2. - P. 77-82.
4. Evaluation of the influence of inbreeding level on milk productivity and reproductive qualities of cows of Holstein population of the Black-and-White breed / I. S. Nedashkovskiy, A. A. Sermyagin, T. V. Bogdanova, A. N. Ermilov, I. N. Yanchukov, N. A. Zinovieva // Dairy and meat cattle breeding. - 2018. - № 7. - P. 17-22. - DOI: <https://doi.org/10.25632/MMS.2018.7.21450>
5. Inbreeding depression due to recent and ancient inbreeding in Dutch Holstein-Friesian dairy cattle / H. P. Doekes, R. F. Veerkamp, P. Bijma, G. de Jong, S. J. Hiemstra, J. J. Windig // Genet. Sel. Evol. - 2019. - 51. - R. 54. -DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-019-0497-z>
6. Inbreeding depression across the genome of Dutch Holstein Friesian dairy cattle / H. P. Doekes, P. Bijma, R. F. Veerkamp, G. de Jong, Y. C. J. Wientjes, J. J. Windig, Genet. Sel. Evol. - 2020. - 52(1). - R. 64. - DOI: <https://doi.org/10.1186/s12711-020-00583-1>.
7. Zyryanova, S. V. Inbreeding, its influence on the economically valuable traits of cattle of Yaroslavl breed / S. V. Zyryanova, M. Yu. Lapina // Vestnik of Don State Agrarian University. -2019. - № 4-1(34). - P. 37-44.
8. Shendakov, A. I. Monitoring of inbreeding spread in the herds of dairy cattle of Oryol region / A. I. Shendakov, T. A. Shendakova, V. N. Kolobanova // Vestnik of Kursk State Agricultural Academy. - 2018. - № 6. - P. 88-94.
9. Charlesworth, D. The genetics of inbreeding depression / D. Charlesworth, J. Willis // Nature Reviews Genetics. - 2009. - Vol. 10. - P. 783-796.
10. Smaragdov, M. G. Inbreeding evaluation of Holsteinized cattle / M. G. Smaragdov // Dairy and beef cattle breeding. - 2020. - № 3. - P. 3-7.
11. Effect of recent and ancient inbreeding on production and fertility traits in Canadian Holsteins / B. O. Makanjuola, C. Maltecca, F. Miglior, F. C. Schenkel, C. F. Baes // BMC Genomics. - 2020. - 21. - P. 605. - DOI: <https://dx.doi.org/10.1186/s12864-020-07031-w>
12. Gudson, G. F. Altering milk composition through genetic selection / G. F. Gudson // J. Dairy Sci. - 1989. - 72.10. - P. 2815-2825.
13. Hudson, G. Altering milk composition through genetic selection / G. Hudson // J. Dairy Sc. - 1989. -72.10. - P. 2815-2825.
14. Baymishev, Kh. B. Growth and development of Holstein breed heifers depending on viability parameters at birth / Kh. B. Baimishev // Izvestiya of Samara State Agricultural Academy. - 2016. - V. 1, № 4. - P. 67-70.
15. Kudrin, M. R. Growth, development, reproductive qualities of replacement heifers according to age periods / M. R. Kudrin, S. N. Izhboldina // Vestnik of Gorskoy State Agrarian University. - 2016. - V. 53, № 1. - P. 34-39.
16. Huber, J. T. Feeding the growing dairy heifers / J. T. Huber // Anim. Nutrit. health. - 1983. - 38.4. - P. 48-49.
17. Ashirov, M. Body type and productivity / M. Ashirov // Agriculture of Uzbekistan. - 1990. - № 10. - P. 14-15.
18. Semenova, N.V. Evaluation of heritability and genetic correlations of productive and technological traits of dairy cattle and their application in practical breeding / N.V. Semenova // Achievements of Science and Technology of the AIC. - 2015. - № 4. - P. 44-46.
19. Variability and heritability of economic and biological traits of Black-and-White and Holstein cows in the conditions of the Trans-Urals / K. K. Esmagambetov, I. M. Donnik, O. G. Loretts, P. V. Leonov // Agrarian Vestnik of the Urals. - 2015. - № 11 (141). - P. 27-29.
20. Swett, W. W. Effect of inbreeding on body size, anatomy and producing capacity of grade Holstein cows / W. W. Swett // U.S. Dept. of Agr. Tehn. bui. - 1974. - 51.10. - P. 2-6.