DOI: 10.48612/sbornik-2026-1-59
УДК 636.22/.28.034/.082

ГЕНОТИП КАППА-КАЗЕИНА КАК ФАКТОР ДИНАМИКИ ПРОДУКТИВНОСТИ И ПЕРСИСТЕНТНОСТИ ЛАКТАЦИИ ПЕРВОТЕЛОК

Кулаткова Анна Сергеевна, канд. с.-х. наук
Борисанова Дарья Валерьевна, аспирант
Басонов Орест Антипович, д-р с.-х. наук
ФГБОУ ВО «Нижегородский государственный агротехнологический университет имени Л.Я. Флорентьева», г. Нижний Новгород, Российская Федерация

В статье представлены результаты анализа молочной продуктивности, особенностей лактационной деятельности, характера лактационных кривых коров-первотелок голштинской породы различных линий в зависимости от полиморфизма гена каппа-казеина в условиях племенного репродуктора ООО «Бармино» Лысковского района Нижегородской области. Выявлено, что удои в первый месяц лактации находились в диапазоне от 817,4 кг до 928,8 кг у коров-первотелок линии Вис Бэк Айдиал, от 802,7 до 904,7 кг у Рефлекшн Соверинг. Определено, что наиболее приемлемый для селекции тип лактационной кривой - высокий устойчивый характерен генотипу АА у обеих линий. Анализ данных о персистентности лактации подтверждает, что у генотипов ВВ, АЕ в линии Вис Бэк Айдиал, у коров линии Рефлекшн Соверинг, с генотипами АА, ВВ, АВ, АЕ в течение лактации происходит снижение, а затем повышение с последующим падением удоев.

Ключевые слова: молочная продуктивность; полиморфизм гена каппа-казеина; динамика удоев; лактационная кривая; персистентность лактации

KAPPA-CASEIN GENOTYPE AS A FACTOR IN THE DYNAMICS OF PRODUCTIVITY AND LACTATION PERSISTENCE OF FIRST-CALF HEIFERS

Kulatkova Anna Sergeevna, PhD Agr. Sci.
Borisanova Darya Valeryevna, PhD student
Basonov Orest Antipovich, Dr. Agr. Sci., Professor
Nizhny Novgorod State Florentyev Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

The article presents the results of an analysis of milk productivity, features of lactation activity, and the nature of lactation curves of Holstein first-calf cows of various lines, depending on the polymorphism of the kappa-casein gene in the conditions of a breeding reproducer of Barmino LLC in the Lyskovsky district of the Nizhny Novgorod region. It was revealed that milk yields in the first month of lactation ranged from 817.4 kg to 928.8 kg in first-calf heifers of the Vis Back Ideal line, from 802.7 to 904.7 kg in Reflection Sovering. It was determined that of lactation curve the most acceptable type for breeding, high and stable, is characteristic of the AA genotype in both lines. Analysis of data on lactation persistence confirms that in genotypes BB, AE in the Vis Back Ideal line, in cows of the Reflection Mastering line, with genotypes AA, BB, AB, AE, there is a decrease and then an increase during lactation, followed by a decrease in milk yields.

Keywords: milk production; kappa-casein gene polymorphism; milk yield dynamics; lactation curve; lactation persistence

Голштинская порода крупного рогатого скота – одна из ведущих пород в молочном скотоводстве, отличающаяся высокой продуктивностью животных [8]. На протяжении лактации коровы, наиболее точную характеристику молочной продуктивности дает динамика удоя по месяцам лактации и позволяет выявить пик продуктивности молочного скота в течение лактации и судить о способности коров к раздою [7]. Одних животных от других отличает значительная вариабельность суточных удоев или относительно рав-

номерная продуктивность в течение всей лактации [6].

Молочная продуктивность коров в течение лактации подвержена значительным колебаниям. Как правило, значительные колебания суточных удоев после отела коров достигают максимума ко второму, третьему месяцам лактации, затем постепенно снижаются [3, 4].

Многократные исследования в области изучения лактационной деятельности позволили установить, что между удоем коровы за лактацию и характером лактационной деятельности существует явная зависимость [1]. Важную роль в формировании качественной молочной продукции и ее технологических свойств играет ген каппа-казеин (CSN3), который имеет полиморфные варианты (аллели), формирующие генотипы.

Цель исследования – установить влияние полиморфизма гена каппа-казеина на характер лактационных кривых коров голштинской породы разных генеалогических линий.

В соответствии с целью, были поставлены следующие задачи:

– оценить характер лактационных кривых у коров разных генотипов по каппа-казеину;

– рассчитать персистентность лактации первотелок голштинской породы разных линий.

Методика исследований. Исследования проводились в условиях племенного репродуктора ООО «Бармино» Лысковского района Нижегородской области и на кафедре «Частная зоотехния и разведение сельскохозяйственных животных» Нижегородского ГАТУ им. Л. Я. Флорентьева». Объектом исследований были коровы голштинской породы. В молекулярно-генетической лаборатории геномного центра ООО «Мираторг – Генетика» прогенотипирована 181 голова коров голштинской породы по локусам каппа-казеина. Животные находились в одинаковых условиях кормления и содержания. Для оценки молочной продуктивности проводили ежемесячный контроль учета удоев, жира и белка в молоке. На основании данных было сформировано 10 групп животных в зависимости от линейной принадлежности и генотипа гена каппа-казеина (CSN3): 5 групп – генотипы CSN3 линии Рефлекшн Соверинг, 5 групп – генотипы CSN3 линии Вис Бэк Айдиал. Типы лактационных кривых изучены по методике А.С. Емельянова. Для оценки лактационных кривых определяли персистентность (устойчивость) лактации по формуле: (последний месяц/предыдущий месяц) -1*100.

Цифровой материал, полученный в исследованиях, обработан методами вариационной статистики (Н.А. Плохинский, 1970) с использованием стандартного пакета программы «Анализ данных» в системе Microsoft Excel. Достоверность показателей определяли по Стьюденту.

Результаты исследований и их обсуждение. Значительный интерес вызвал сравнительный анализ количественных показателей (удой) и качественных характеристик (массовая доля жира и белка, количество молочного жира и молочного белка) у коров с различными генотипами по каппа-казеину. Такой подход позволяет не только оценить племенную ценность животных, но и обосновать стратегию направленной селекции для производства молока заданного качества. Показатели молочной продуктивности коров голштинской породы различных линий указаны в таблице 1.

Таблица 1 – Молочная продуктивность коров в разрезе линии

Показатель	Линия	
	Вис Бэк Айдиал, n=84	Рефлекшн Соверинг, n=87
Удой за 305 дней, кг	10619,4±174	10899,4±188
Массовая доля жира, %	4,03±0,03	4,01±0,03
Молочный жир, кг	428,2±7,9	437,6±8,8
Массовая доля белка, %	3,29±0,01	3,29±0,01
Молочный белок, кг	349,8±5,6	358,1±6,1
Удой с базисной жирностью, кг	12594±234	12870±256

При сравнении молочной продуктивности между коровами двух линий, отмечено,

что при одинаковых условиях содержания и кормления, наибольший удой показали коровы линии Рефлекшн Соверинг, что составило 10899,4 кг и превышало на 280 кг удой линии Вис Бэк Айдиал (разница незначима). Наравне с этим коровы линии Рефлекшн Соверинг обладали наибольшей жирномолочностью и белковомолочностью.

Как утверждают авторы [1], высокие значения постоянства удоев у лактирующих коров обуславливают выгодные условия для машинного доения, внедрения интенсивных технологий содержания, а также стабильное и равномерное получение молока в течение года, тем самым повышая рентабельность производства [2]. Анализ помесячной динамики удоев служит объективным индикатором продуктивности на протяжении всей лактации, что позволяет установить пик наивысших удоев (таблица 2).

Из данных таблицы 2 установлено, что в первый месяц лактации значение удой находилось в диапазоне от 817,4 кг до 928,8 кг у коров-первотелок линии Вис Бэк Айдиал, при этом наибольшее значение достигнуто у животных с генотипом АА (928,8 кг).

Таблица 2 – Динамика удоя коров-первотелок различных линий в течение лактации, кг

Месяц лактации	Генотип				
	CSN3^{AA}	*CSN3*^{BB}	*CSN3*^{AB}	*CSN3*^{AE}	*CSN3*^{BE}
n	*19*	*17*	*29*	*9*	*10*
линия Вис БэкАйдиал					
I	928,8±64,4	889,6±132,5	887,5±46,5	848,4±67,1	817,4±94,2
II	1199,6±42,5	1088,0±75,5	1106,1±32,4	1098,2±56,8	1106,8±63,6
III	1243,3±60,8	1165,7±72,3	1101,3±29,0	1165,9±60,2	1175,8±62,9
IV	1169,0±43,7	1103,6±81,0	1115,8±33,0	1174,9±53,6	1162,2±63,0
V	1163,3±57,0	1093,4±55,9	1069,8±30,5	1143,8±59,9	1140,0±60,5
VI	1151,5±53,2	1092,1±70,5	1105,9±30,2	1071,4±42,1	1092,6±55,0
VII	1114,8±62,4	1071,8±80,7	1083,0±34,8	1046,1±36,4	1041,6±64,4
VIII	1102,7±58,5	1076,5±104,0	1058,1±37,1	998,4±38,7	1016,9±58,6
IX	1033,7±53,9	1024,7±93,9	1010,9±32,6	1011,3±30,3	957,9±78,3
X	917,4±78,2	849,9±143,5	843,1±46,5	940,3±69,9	814,7±68,8
линия Рефлекшн Соверинг					
n	29	8	28	18	4
I	802,7±59,1	844,6±80,8	867,6±54,2	893,2±54,8	904,7±101,7
II	1144,3±29,8	1109,4±60,9	1098,9±36,5	1191,4±40,1	1110,0±52,5
III	1199,8±31,9	1150,6±62,8	1147,2±42,9	1160,9±50,1	1105,7±25,3
IV	1177,1±31,9	1162,6±68,8	1130,9±37,0	1171,5±55,6	1034,5±74,2
V	1154,1±34,3	1123,2±61,6	1133,7±45,9	1121,3±47,5	1077,5±84,1
VI	1172,3±38,2	1081,1±65,5	1115,4±45,9	1119,5±64,9	1095,0±122,5
VII	1123,8±33,2	1072,7±88,1	1059,7±45,8	1083,8±61,7	1034,7±94,8
VIII	1112,9±37,2	1127,6±70,7	1013,1±43,8	1035,3±62,0	925,0±97,6
IX	1067,9±42,9	1042,7±77,4	987,8±38,2	1041,6±52,8	779,2±175,6
X	1003,2±55,5	936,8±104,4	809,6±53,9	927,8±44,2	644,2±196,6

Значения удоя за начальный месяц уступали величине максимального удоя за лактацию на 33,9 %; 31,0 %; 32,2 %; 38,4 % и 43,8 %. В исследуемых группах коров линии Вис Бэк Айдиал пик лактационной деятельности наблюдается на 3 месяце лактации у коров с генотипом АА, ВВ, ВЕ и на 4 месяце – с генотипами АВ и АЕ. Максимальный удой

первотелок на пике лактации наибольшим оказался у коров генотипа АА (1243,3 кг) и превосходил генотип ВВ на 77,6 кг или 6,2 %, АВ – на 127,5 кг или 10,2 %, АЕ – на 68,4 кг 5,5 % и ВЕ – на 67,5 кг или 5,4 %, значимых различий не установлено.

Значения удоя за первый месяц у коров линии Рефлекшн Соверинг находились в пределах от 802,7 до 904,7 кг. По отношению к максимальному значению за лактацию разница составила 49,5 %; 37,7 %; 32,2 %; 31,1 % и 22,7 % Наибольший удой коров данной линии аналогично линии Вис Бэк Айдиал оказался у генотипа АА и составил 1171,5 кг, что больше на 37,2 кг или 3,1 %, на 52,6 кг или 4,4 %, 28,3 кг или 2,3 % и 89,8 кг или 7,5 %, соответственно, по отношению к генотипу ВВ, АВ, АЕ и ВЕ, однако разница статистически не значима.

Уровень молочной продуктивности характеризуется типом лактационной кривой, однако этот признак редко учитывается в племенной работе [5].

Сравнение графических изображений лактационных кривых (рисунок 1, 2) показало, что у коров с генотипом АА внутри обеих линий преобладает высокий устойчивый тип кривой, у АВ, ВВ, АЕ и ВЕ – двухвершинная, что свидетельствует о том, что представители гомозиготного генотипа с аллельным геном А обладают хорошо развитой сердечно-сосудистой и устойчивой нервной системами, их удои интенсивно возрастают до 3 месяца и сохраняются на таком уровне до конца лактации. Животные данного генотипа желательны для селекции.

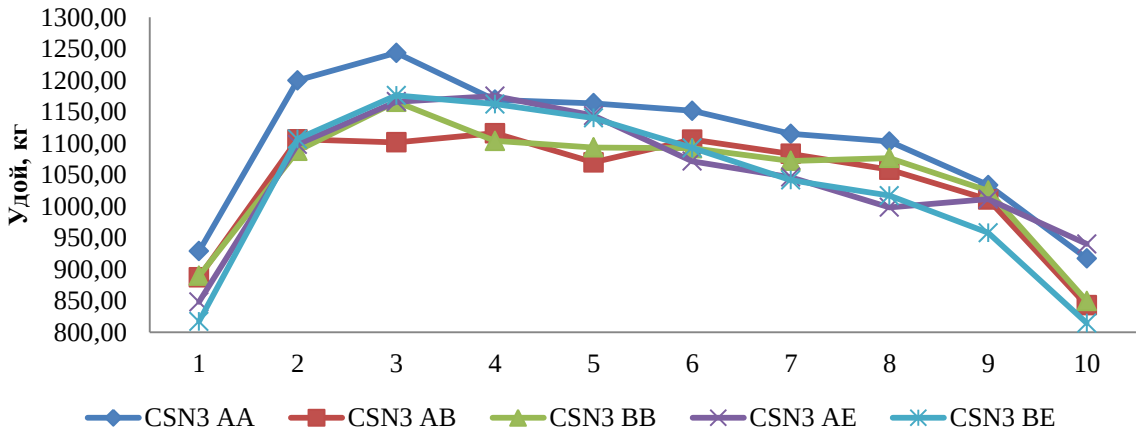

Рисунок 1 – Лактационные кривые коров линии Вис Бэк Айдиал с различными генотипами каппа-казеина

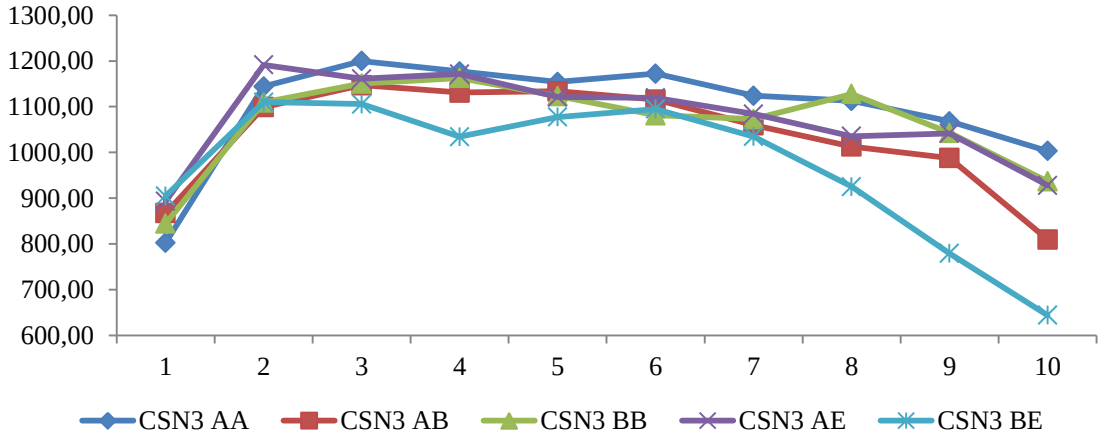

Рисунок 2 – Лактационные кривые коров линии Рефлекшн Соверинг с различными генотипами каппа-казеина

Определение показателя персистентности позволяет охарактеризовать течение лактационной деятельности, т.е. определить интенсивность снижения удоя по месяцам. Полученные значения приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Персистентность лактации по группам коров-первотелок разных линий

Генотип	Помесячное изменение удоя к предыдущему месяцу									В среднем, %
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Линия Вис Бэк Айдиал										
CSN3^{AA}	29,1	3,6	-5,9	-0,4	-1,0	-3,1	-1,1	-6,3	-11,3	0,40
CSN3^{BB}	22,3	7,1	-5,3	-1,0	-0,1	-1,9	0,4	-4,8	-17,1	-0,04
CSN3^{AB}	24,6	7,1	1,3	-4,2	3,4	-2,0	-2,3	-4,4	-16,6	0,77
CSN3^{AE}	29,4	6,2	0,8	-2,6	-6,3	-2,4	-4,6	1,3	-7,0	1,64
CSN3^{BE}	35,4	6,2	-1,2	-1,9	-4,1	-4,7	-2,4	-5,8	-14,9	0,73
Линия Рефлекшн Соверинг										
CSN3^{AA}	42,5	4,9	-1,9	-1,9	1,6	-4,1	-1,0	-4,0	-6,0	3,34
CSN3^{BB}	31,3	3,7	1,0	-3,4	-3,7	-0,8	5,1	-7,5	-10,1	1,73
CSN3^{AB}	26,6	4,4	-1,4	0,2	-1,6	-5,0	-4,4	-2,5	-18,0	-0,19
CSN3^{AE}	33,4	-2,6	0,9	-4,3	-0,2	-3,2	-4,5	0,6	-10,9	1,02
CSN3^{BE}	22,7	-0,4	-6,4	4,1	1,6	-5,5	-10,6	-15,8	-17,3	-3,07

Из данных таблицы 3 следует, что максимальные значения среднемесячного удоя зафиксированы на 2 и 3 месяце лактации. У коров линии Вис Бэк Айдиал с генотипами АА, ВВ, ВЕ снижение происходит к 4 месяцу, у остальных – к 5 месяцу. У коров линии Рефлекш Соверинг с генотипами АЕ и ВЕ снижение удоев начинается с 3 месяца, а у остальных с 4 месяца. Анализ лактационных кривых и данных о персистентности лактации подтверждает, что у генотипов ВВ, АЕ в линии Вис Бэк Айдиал в течение лактации происходит снижение, а затем повышение с последующим падением удоев. Аналогичная тенденция отмечена у коров линии Рефлекшн Соверинг, с генотипами АА, ВВ, АВ, АЕ.

Выводы. Установлено, что при одинаковых условиях содержания и кормления, наибольший удой (10899,4 кг) коров линии Рефлекшн Соверинг превышал на 280 кг уровень удоя коров линии Вис Бэк Айдиал при незначимой разнице. Коровы линии Вис Бэк Айдиал обладали преобладающими показателями массовой доли жира (4,03%) при одинаковой массовой доле белка в молоке.

Выявлено, что удои в первый месяц лактации находились в диапазоне от 817,4 кг до 928,8 кг у коров-первотелок линии Вис Бэк Айдиал, от 802,7 до 904,7 кг у Рефлекшн Соверинг. Величина удоев на пике лактации превышала значение в первый месяц на 33,9 %; 31,0 %; 32,2 %; 38,4 % и 43,8 % у первой линии, на 49,5 %; 37,7 %; 32,2 %; 31,1 % и 22,7 % – второй линии. Максимальный удой первотелок на пике лактации наибольшим оказался у коров генотипа АА (1243,3 кг и 1171,5 кг, соответственно) в обеих линиях.

Определено, что лактационные кривые в исследуемых группах имеют разный характер, но наиболее приемлемый для селекции - высокий устойчивый тип кривой характерен генотипу АА у обеих линий. У остальных генотипов преобладает двухвершинный тип.

Установлено, что у коров линии Вис Бэк Айдиал с генотипами АА, ВВ, ВЕ снижение происходит к 4 месяцу, у остальных – к 5 месяцу. У коров линии Рефлекшн Соверинг с генотипами АЕ и ВЕ снижение удоев начинается с 3 месяца, а у остальных с 4 месяца. Анализ данных о персистентности лактации подтверждает, что у генотипов ВВ, АЕ в линии Вис Бэк Айдиал, у коров линии Рефлекшн Соверинг, с генотипами АА, ВВ, АВ, АЕ в течение лактации происходит снижение, а затем повышение с последующим падением удоев.

Список литературы

1. Басонов О. А. Характер лактационных кривых коров-первотелок голштинской породы в зависимости от молочной продуктивности / О. А. Басонов, А. С. Кулаткова // Вестник Башкирского государственного аграрного

университета. – 2023. – № 2(66). – С. 26–32. – DOI 10.31563/1684-7628-2023-66-2-26-32.

2. Кибкало Л. И. Основные признаки молочного скота в условиях промышленной технологии / Л. И. Кибкало, С. П. Бугаев, Н. В. Сидорова // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2022. – № 4. – С. 86–89.

3. Ковалева Г. П. Оценка лактационной деятельности коров-первотелок черно-пестрой породы различных генотипов / Г. П. Ковалева, Н. В. Сулыга, М. Н. Лапина [и др.] // Генетика и разведение животных. – 2021. – № 4. – С. 37–41.

4. Молочная продуктивность и лактационная деятельность коров-первотелок симментальской породы с разными генотипами по гену каппа-казеина / В. А. Дунина, В. А. Трофимов, Е. И. Анисимова [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2025. – № 11. – С. 64–68. – DOI 10.28983/asj.y2025i11pp64-68.

5. Рудишина Н. М. Молочная продуктивность и характер лактационной кривой коров черно-пестрой породы с разной кровностью по голштинской породе / Н. М. Рудишина, М. А. Кравченко // Аграрная наука – сельскому хозяйству : сборник материалов XIII Международной научно-практической конференции. В 2 книгах. – Барнаул : Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – Кн. 2. – С. 301–303.

6. Самбуров Н. В. Лактационная деятельность голштинских коров в разные лактации / Н. В. Самбуров // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2025. – № 1. – С. 154–160.

7. Темирдашева К. А. Лактационная деятельность коров / К. А. Темирдашева, В. М. Гукежев // Вестник ОрелГАУ. – 2016. – № 3 (60). – С. 19–22.

8. Тузов И. Н. Характеристика лактационной деятельности голштинских коров / И. Н. Тузов, М. А. Глазко, Е. А. Шевченко // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : сборник тезисов по материалам Всероссийской (национальной) конференции, Краснодар, 19 декабря 2019 года. – Краснодар : Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2019. – С. 171–172.

DOI 10.48612/sbornik-2026-1-60
УДК 636.22/.28.034:637.12.072

ВЛИЯНИЕ ТЕПЛОВОГО СТРЕССА НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО МОЛОКА КОРОВ АЙРШИРСКОЙ ПОРОДЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО РЕГИОНА

Кулешова Елена Алексеевна, канд. биол. наук
ФГБНУ «Краснодарский научный центр по зоотехнии и ветеринарии»,
г. Краснодар, Российская Федерация

Молочный скот высокочувствителен к тепловому стрессу, что приводит к значительному снижению продуктивности и качества молока в летний период. Оценка влияния теплового стресса на молочную продуктивность, жирномолочность, белковомолочность и содержание соматических клеток у коров айрширской породы первой и второй лактации в условиях Краснодарского края является актуальным. Температурно-влажностный индекс (ТВИ) рассчитывали по формуле LivestockWeatherSafetyIndex; пороговое значение для возникновения стресса — 68–72. Установлено, что при ТВИ 70–78 (умеренный стресс) у первотёлок после недельного воздействия высоких температур суточный удой снизился на 7,5 % (с 24,1 до 22,3 кг), массовая доля жира — на 1,8 % (с 3,94 до 3,87 %), белка — на 0,3 % (с 3,20 до 3,19 %), количество соматических клеток возросло на 11,2 % (с 223,3 до 251,4 тыс./см^3). У коров второй лактации падение удоев составило 12,7 % (с 30,7 до 26,8 кг), жира — 0,8 %, белка — 0,3 %, соматических клеток — рост на 10,3 %. Более выраженное снижение продуктивности у коров второй лактации объясняется повышенным уровнем метаболизма и большей чувствительностью к нарушению энергетического баланса. Экономический ущерб от теплового стресса в условиях южных регионов (продолжительность 80–90 дней) сопоставим с технологическими сбоями. Предложен комплекс профилак-