

ВЛИЯНИЕ ГЕНОВ ПРОЛАКТИНА (PRL) И БЕТА-ЛАКТОГЛОБУЛИНА (BLG) НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ БЕЛОРУССКОЙ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ

Михалюк А.Н., Танана Л.А., Епишко О.А.

УО «Гродненский государственный аграрный университет» г. Гродно, Республика Беларусь

*Результаты исследований показали, что по гену пролактина (PRL) наиболее высокий удой был установлен у первотелок с генотипом PRL^{BB} на 4,7% -10,5% в сравнении со сверстницами других генотипов, а у коров второй и третьей лактации – с генотипом PRL^{AB} на 2,6-10,6%. По жирномолочности более высокие показатели имели животные с генотипом PRL^{AB}, чем животные с генотипами PRL^{AA} и PRL^{BB} на 0,04-0,17 п.п., причем у животных второй и, особенно, третьей лактации данные изменения были наиболее заметны. По гену бета-лактоглобулина (BLG) более высокие показатели по удою за 305 дней лактации у первотелок имели животные с генотипом BLG^{AA}, у коров второй лактации – животные с генотипом BLG^{AB}, а у коров третьей лактации – с генотипом BLG^{BB}. По количеству молочного жира и белка напротив, наиболее высокие показатели у коров-первотелок имели животные с генотипом PRL^{BB}, у коров второй лактации - PRL^{AB}, а у коров третьей лактации – с генотипом PRL^{AA}. **Ключевые слова:** ген пролактина (PRL), ген бета-лактоглобулина (BLG), молочная продуктивность, крупный рогатый скот.*

INFLUENCE OF PROLACTIN (PRL) AND BETA-LACTOGLOBULIN (BLG) GENES ON INDICATORS OF DAIRY PERFORMANCE IN COWS OF THE BELARUSIAN BLACK-AND-WHITE BREED

Mikhaljuk A.N., Tanana L.A., Epishko O.A.

Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

*The results of the studies showed that by the prolactin gene (PRL), the highest yield was found in the first-calf heifers with the PRL^{BB} genotype by 4.7% -10.5% as compared to herd-mates of other genotypes; and in cows of the second and third lactations – with the PRL^{AB} genotype – by 2.6-10.6%. In terms of milk fat, animals with the PRL^{AB} genotype had a higher rate than animals with the PRL^{AA} and PRL^{BB} genotypes by 0.04-0.17 pp, with the second and especially third lactation animals having the most noticeable changes. By the beta-lactoglobulin (BLG) gene, animals with the BLG^{AA} genotype had a higher yield rate for 305 days of lactation in the first-calf heifers; in cows of the second lactation – animals with the BLG^{AB} genotype, and in cows of the third lactation – with the BLG^{BB} genotype. By the content of butterfat and protein in milk, on the contrary, the highest rates in the first calf heifers had animals with the PRL^{BB} genotype; in the second-lactation cows – PRL^{AB}, and in the third-lactation cows – with the PRL^{AA} genotype. **Keywords:** prolactin gene (PRL), beta-lactoglobulin gene (BLG), dairy performance, cattle.*

Введение. Изучение генетического полиморфизма стало одним из наиболее важных и плодотворных направлений, как фундаментальной генетики, так и прикладных исследований. Ряд разработок в этой области успешно используют для повышения эффективности селекции сельскохозяйственных животных [1].

Современные методы исследований ДНК генов позволяют надежно регистрировать их полиморфизм. Результаты исследования полиморфизма ДНК и отдельных генов достаточно широко используются для повышения эффективности селекции. Они дают возможность определять с высокой степенью достоверности происхождение, типы генов, участвующих в формировании определенных видов продуктивности [4]. Поиск маркеров, при помощи которых возможно маркировать отдельные количественные и качественные хозяйственно ценные признаки животных, позволит более эффективно вести целенаправленную селекцию. В качестве перспективных генов-маркеров продуктивности коров выделяют GH (гормона роста), PRL (пролактина), LGB (бета-лактоглобулина) и другие. Ген бета-лактоглобулина (LGB) отвечает за белкомолочность и показатель биологической ценности молока. Вариант LGB^B связан с высоким содержанием в молоке казеиновых белков, высоким процентом жира. Ген пролактина (PRL) - один из гормонов, принимающих участие в инициации и поддержании лактации у млекопитающих, и может рассматриваться как потенциальный генетический маркер молочной продуктивности крупного рогатого скота [2, 5, 6].

В этой связи, целью работы явилось изучение влияния генов пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) на показатели молочной продуктивности коров белорусской черно-пестрой породы.

Материалы и методы исследований. Объектом исследований являлись крупный рогатый скот и биологический материал (ушной выщип) от коров белорусской черно-пестрой породы, содержащихся в УСП «Новый Двор-Агро» Свислочского района Гродненской области в количестве 105 проб.

Генотипирование животных по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) проводили с использованием метода полимеразной цепной реакции (ПЦР) и полиморфизма длин рестриционных фрагментов (ПДРФ). Ядерную ДНК выделяли перхлоратным методом. Основные растворы для выделения ДНК, амплификации и рестрикции готовили по Т. Маниатису, Э. Фрич, Дж.Сэмбруку [3].

Для амплификации участков генов PRL и BLG использовали праймеры:

PRL 1: 5' CGA GTC CTT ATG AGC TTG ATT CTT 3'

PRL 2: 5' GCC TTC CAG AAG TCG TTT GTT TTC 3'

BLG 1: 5' TGT GCT GGA CAC CGA CTA CAA AAA G 3'

BLG 2: 5' GCT CCC GGT ATA TGA CCA CCC TCT 3'

Реакционная смесь для проведения амплификации по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) состояла из:

Компоненты	Концентрация на 1 пробу
1 x Taq-буфер	1 x
50 mM MgCl ₂	2-5 mM
Смесь дНТФ	2-4 mM
Праймер 1	10-25 пМ
Праймер 2	10-25 пМ
Taq-полимераза	0,5-1,5 е.а.
ДНК	0,5-1 мкл
H ₂ O	до 25 мкл

ПЦР-программа PRL: – 94°C, 4 мин.; 35 циклов – 94°C, 45 с.; 65°C, 45 с.; 72°C, 45 с.; элонгация – 72°C, 7 мин. Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина амплифицированного фрагмента гена PRL – 156 п.о. Для рестрикции амплифицированного участка гена PRL применяли эндонуклеазу Rsa I. Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену PRL идентифицируются следующие генотипы: PRL^{AA} – длиной 156 п.н.; PRL^{AB} – 156/82/74 п.н.; PRL^{BB} – 82/74 п.н. (рисунок 1).

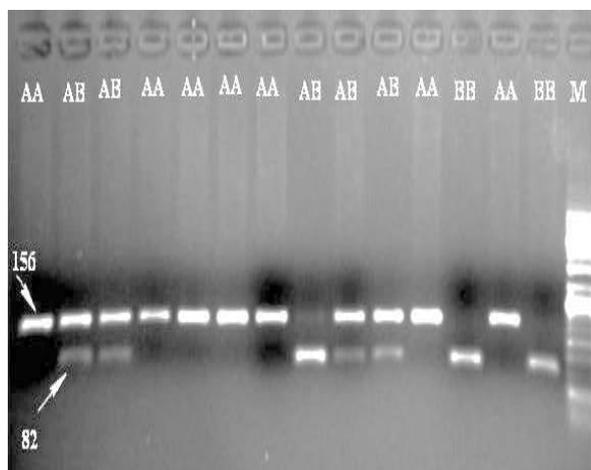


Рисунок 1 - Электрофореграмма рестрикционного анализа гена PRL

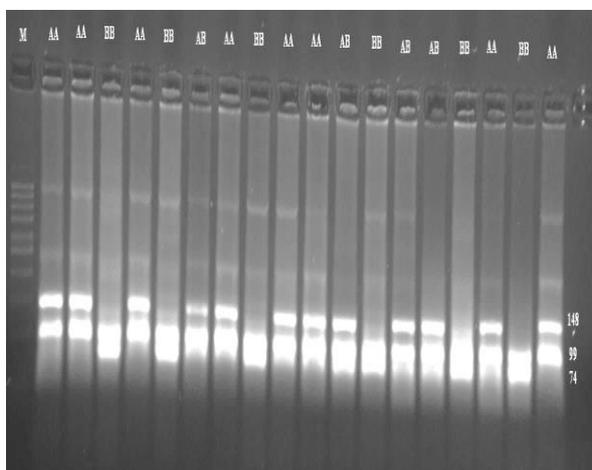


Рисунок 2- Электрофореграмма рестрикционного анализа гена BLG

ПЦР-программа BLG: – 94°C, 5 мин.; 30 циклов – 94°C, 30 сек.; 59°C, 40 сек.; 72°C, 20 сек.; элонгация – 72°C, 3 мин. Концентрацию и специфичность амплификата оценивали электрофоретическим методом в 2% агарозном геле при напряжении 120 В, 50-60 мин. Длина фрагмента гена BLG – 247 п.о. Для рестрикции амплифицированного участка гена BLG применяли эндонуклеазу BsuRI (HaeIII). Реакцию проводили при температуре 37°C. Продукты рестрикции генов разделяли электрофоретически в 3% агарозном геле при напряжении 130 В, 50-60 мин, в 1×TBE буфере. Визуализацию фрагментов проводили при УФ-свете на системе геледокументирования Gel Doc RX+(BIORAD) с использованием бромистого этидия. При расщеплении продуктов амплификации по гену BLG идентифицируются следующие генотипы: BLG^{AA} – фрагменты 148/99 п.н.; BLG^{AB} – фрагменты 148/99/74 п.н.; BLG^{BB} – фрагменты 99/74 п.н. (рисунок 2).

Для изучения молочной продуктивности подопытные животные белорусской черно-пестрой породы были сгруппированы в зависимости от возраста: первотелки, коровы второго и третьего отелов. Молочную продуктивность коров определяли по результатам контрольных доений. В статистическую обработку включали показатели по животным, продолжительность лактации у которых была не менее 240 дней. У животных с различными генотипами по изучаемым генам учитывали удой, массовую долю жира и белка, выход молочного жира и белка за 305 дней лактации.

Селекционно-генетические параметры основных хозяйственно полезных признаков обработаны методом вариационной статистики с применением компьютерной техники и прикладных программ, входящих в стандартный пакет Microsoft Office.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований популяции коров белорусской черно-пестрой породы установлен полиморфизм гена пролактина (PRL), представленный двумя аллелями – PRL^A и PRL^B, при этом идентифицировано три генотипа PRL^{AA}, PRL^{AB} и PRL^{BB}. Среди опытных животных чаще встречались особи с генотипом PRL^{AA} 61%, PRL^{AB} выявлен у 35% особей, а PRL^{BB} – у 4% особей соответственно. Что касается гена бета-лактоглобулина (BLG), то также установлен его полиморфизм. Он представлен двумя аллелями – BLG^A и BLG^B, при этом было идентифицировано три генотипа: два гомозиготных – AA и BB, гетерозиготный – AB. Чаще встречались особи с генотипом BLG^{AB} – 49 % от всех опытных животных, коров BLG^{AA} было 24%, а BLG^{BB} – 27% соответственно.

На следующем этапе исследований нами изучена молочная продуктивность коров белорусской черно-пестрой породы с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) (таблицы 1-3).

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует о том, что наиболее высокие показатели молочной продуктивности имели первотелки с генотипом PRL^{BB}. Так, по удою за 305 дней лактации они превосходили гомозиготных особей PRL^{AA} на 10,5% ($P < 0,01$), а гетерозиготных коров PRL^{AB} - на 4,7%.

Таблица 1 – Молочная продуктивность первотелок с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG)

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Количество молочного жира, кг	Белковомолочность, %	Количество молочного белка, кг
PRL ^{AA}	5972,50±154,17	3,97±0,128*	236,64±9,15	3,30±0,031	197,21±5,11
PRL ^{AB}	6304,00±183,07*	3,93±0,106	245,00±10,11*	3,28±0,051	206,60±9,09*
PRL ^{BB}	6601,00±218,36**	3,89±0,116	257,00±8,92**	3,45±0,044*	228,00±8,15**
BLG ^{AA}	6516,25±114,55**	3,64±0,086	237,50±8,61*	3,27±0,060	213,25±5,92**
BLG ^{AB}	5693,20±209,20	3,95±0,120**	225,80±12,80	3,33±0,037	189,60±7,54
BLG ^{BB}	6377,33±205,15**	4,03±0,110**	253,67±9,98**	3,29±0,047	209,67±8,53**

Примечания: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$.

По белковомолочности гомозиготные первотелки по аллелю В также превосходили своих сверстниц с генотипом PRL^{AA} на 0,15 п.п., а гетерозиготных особей PRL^{AB} - на 0,17 п.п. ($P < 0,05$) соответственно. Что касается жирномолочности, то напротив, у животных с генотипом PRL^{BB}, показатели были ниже, чем у их сверстниц с генотипом PRL^{AA} и PRL^{AB}, на 0,08 и 0,04 п.п. соответственно, однако достоверных различий между животными разных генотипов по данному показателю не наблюдалось.

Учитывая, что удой был выше у животных с генотипом PRL^{BB}, а показатели жирно- и белковомолочности отличались незначительно, количество молочного жира и белка также было выше у гомозиготных первотелок PRL^{BB} в сравнении с их сверстницами двух других генотипов. Так, по количеству молочного жира гомозиготные первотелки по аллелю В превосходили животных с генотипом PRL^{AA} на 8,6% ($P < 0,01$), а гетерозиготных сверстниц PRL^{AB} - на 4,8%. По количеству молочного белка наблюдалась аналогичная тенденция.

Что касается гена бета-лактоглобулина (BLG), то наиболее высокие показатели по удою имели гомозиготные первотелки с аллелем А, они превосходили своих гомозиготных сверстниц, имеющих аллель В, на 2,1%, а гетерозиготных особей BLG^{AB} - 14,4% ($P < 0,01$) соответственно. Вместе с тем, наиболее высокая жирномолочность была у первотелок с генотипом BLG^{BB}. По данному показателю они превосходили первотелок с генотипом BLG^{AB} на 0,08 п.п., а животных с генотипом BLG^{AA} - на 0,39 п.п. ($P < 0,01$). По содержанию белка в молоке достоверных различий между животными всех трех генотипов не наблюдалось. По количеству молочного жира наиболее высокие показатели также оказались у гомозиготных первотелок с генотипом BLG^{BB}. По этому показателю они превосходили животных с генотипом BLG^{AA} на 6,8% ($P < 0,05$), а первотелок с генотипом BLG^{AB} - на 12,3% ($P < 0,01$) соответственно. Несколько иная картина наблюдалась по количеству молочного белка: наиболее высокие количественные показатели имели гомозиготные особи по аллелю А, они превосходили

своих гомозиготных сверстниц по аллелю В - на 1,7%, а гетерозиготных особей с генотипом BLG^{AB} – на 12,4% (P<0,01) соответственно.

Анализ лактации несколько отличаются от аналогичных показателей первотелок. У коров второй лактации с генотипом PRL^{AB} удой был выше, чем у гомозиготных животных по аллелю А, на 5,0% (P<0,05) и на 10,6% (P<0,01), чем у гомозиготных телок по аллелю В. Что касается жирно- и белковомолочности, то эти показатели данных таблицы 2 свидетельствует о том, что показатели молочной продуктивности коров по второй были выше у коров с генотипом PRL^{AA} в сравнении с животными двух других генотипов. Так, по показателю жирномолочности они превосходили сверстниц с генотипом PRL^{AB} на 0,17 п.п., а с генотипом PRL^{BB} – на 0,16 п.п., по показателю белковомолочности – на 0,06 п.п. и 0,05 п.п. соответственно. Количество молочного жира оказалось выше у коров второй лактации с генотипом PRL^{AB} на 0,3% в сравнении с животными генотипа PRL^{AA} и 5,6% (P<0,05) – генотипа PRL^{BB} соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и по количеству молочного белка. По гену бета-лактоглобулина (BLG) динамика показателей молочной продуктивности коров второй лактации имела отличия с динамикой этих показателей у первотелок.

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) по второй лактации

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Количество молочного жира, кг	Белковомолочность, %	Количество молочного белка, кг
PRL ^{AA}	5616,10±195,97	3,90±0,060*	218,25±7,90*	3,34±0,028	186,25±6,68
PRL ^{AB}	5901,21±222,31**	3,73±0,076	219,07±11,41*	3,28±0,024	191,14±8,23*
PRL ^{BB}	5545,21±229,02	3,74±0,050	207,33±9,77	3,29±0,041	182,00±9,93
BLG ^{AA}	5674,58±261,64*	3,68±0,075	207,58±11,46	3,27±0,029	185,75±8,50*
BLG ^{AB}	5825,62±192,69**	3,89±0,051*	225,81±7,00**	3,33±0,027	192,95±6,35*
BLG ^{BB}	5297,20±189,53	3,85±0,090	203,60±12,82	3,31±0,030	174,80±8,72

Примечания: * - P<0,05; ** - P<0,01.

Так, по удою за 305 дней лактации наиболее высокий показатель имели коровы с генотипом BLG^{AB}. Они превосходили гомозиготных сверстниц по аллелю BLG^A на 2,6 %, а гомозиготных особей по аллелю BLG^B - на 9,9% (P<0,01) соответственно. По жирно- и белковомолочности более высокие количественные показатели также наблюдались у животных с генотипом BLG^{AB}, они превосходили своих сверстниц по данным показателям на 0,04-0,21 п.п. Что касается количества молочного жира и белка, то ожидаемо данные показатели были выше у животных с генотипом BLG^{AB}, т.к. удой, жирно- и белковомолочность у них были выше в сравнении с животными двух других генотипов. Так, по количеству молочного жира коровы второй лактации с генотипом BLG^{AB} превосходили гомозиготных особей BLG^{AA} на 8,7% (P<0,05), особей с генотипом BLG^{BB} – на 10,9% (P<0,01), а по количеству молочного белка – на 3,8% и 10,3% (P<0,01) соответственно.

Анализ данных таблицы 3 свидетельствует о том, что показатели молочной продуктивности коров по третьей лактации повторяют динамику таковых по второй лактации. Так, удой за 305 дней лактации был выше у гетерозиготных особей PRL^{AB} в сравнении с удоём гомозиготных особей по аллелям PRL^A и PRL^B на 1,6% и 3,2% соответственно. Жирномолочность была выше у особей с генотипом PRL^{AA} в сравнении с коровами PRL^{AB} на 0,16 п.п. (P<0,05), а с особями PRL^{BB} и 0,08 п.п. соответственно. Аналогичная тенденция наблюдалась и у коров второй лактации.

Белковомолочность у коров генотипов PRL^{AA} и PRL^{AB} была примерно на одном уровне и составляла 3,33±0,023% и 3,35±0,026%, что на 0,12 п.п. и на 0,14 п.п. (P<0,05) соответственно выше, чем у животных с генотипом PRL^{BB}. Количество молочного жира оказалось выше у коров с генотипом PRL^{AA} несмотря на то, что удой у них был несколько ниже, чем у животных с генотипом PRL^{AB}, но за счет более высокой жирномолочности они нивелировали отставание. По количеству молочного белка наиболее высокие показатели имели животные с генотипом PRL^{AB}, им незначительно уступали коровы PRL^{AA}. Самое низкое количество молочного белка было у особей с генотипом PRL^{BB}.

По гену бета-лактоглобулина (BLG) динамика показателей молочной продуктивности коров третьей лактации отличалась от динамики двух предыдущих лактаций. Так, по удою за 305 дней лактации наиболее высокий показатель имели коровы с генотипом BLG^{BB}. Они превосходили гетерозиготных сверстниц BLG^{AB} на 2,0% (P<0,01), а особей по аллелю BLG^A – на 2,8% соответственно. По содержанию жира и белка животные трех генотипов практически не отличали друг от друга.

Таблица 3 – Молочная продуктивность коров с различными генотипами по генам пролактина (PRL) и бета-лактоглобулина (BLG) по третьей лактации

Генотип	Показатели				
	Удой за 305 дней лактации, кг	Жирномолочность, %	Количество молочного жира, кг	Белковомолочность, %	Количество молочного белка, кг
PRL ^{AA}	5818,95±209,13	3,85±0,059*	223,74±5,12*	3,33±0,023*	193,58±5,23**
PRL ^{AB}	5915,78±193,06	3,69±0,061	217,78±7,24	3,35±0,026*	197,89±6,73**
PRL ^{BB}	5731,67±203,33	3,77±0,072	216,33±8,89	3,21±0,041	184,33±7,39
BLG ^{AA}	5791,43±176,52	3,72±0,066	214,00±7,66	3,25±0,033	188,29±6,21
BLG ^{AB}	5838,54±186,14	3,86±0,057*	224,77±6,54*	3,38±0,025*	196,92±6,06*
BLG ^{BB}	5959,00±177,42	3,76±0,065	224,17±6,88*	3,29±0,029	195,50±5,81*

Примечания: * - P<0,05; ** - P<0,01.

По показателям жирно-и белковомолочности наилучшие результаты были у коров с генотипом BLG^{AB}. По количеству молочного жира и белка наиболее высокие показатели также имели гетерозиготные особи с генотипом BLG^{AB}. Они на 5,0% (P<0,05) и на 4,5% (P<0,05) превосходили особей с генотипом BLG^{AA} и на 0,2%, и 0,7% - животных с генотипом BLG^{BB}, что объясняется более высокими показателями жирно-и белковомолочности в сравнении со сверстницами.

Закключение. По гену пролактина (PRL) наиболее высокий удой был установлен у первотелок с генотипом PRL^{BB} на 4,7% -10,5% в сравнении со сверстницами других генотипов, а у коров второй и третьей лактации – с генотипом PRL^{AB} на 2,6-10,6%. По жирномолочности более высокие показатели имели животные с генотипом PRL^{AB}, чем животные с генотипами PRL^{AA} и PRL^{BB} на 0,04-0,17 п.п., причем у животных второй и, особенно, третьей лактации данные изменения были наиболее заметны. По гену бета-лактоглобулина (BLG) более высокие показатели по удою за 305 дней лактации у первотелок имели животные с генотипом BLG^{AA}, у коров второй лактации – животные с генотипом BLG^{AB}, а у коров третьей лактации – с генотипом BLG^{BB}. По количеству молочного жира и белка напротив, наиболее высокие показатели у коров-первотелок имели животные с генотипом PRL^{BB}, у коров второй лактации - PRL^{AB}, а у коров третьей лактации – с генотипом PRL^{AA}.

Литература. 1. Полиморфизм белков и анонимных последовательностей ДНК в оценке генетической дифференциации видов *Ovis* / В. И. Глазко [и др.] // Актуальные проблемы биологии в животноводстве : третья Междунар. конфер. ВНИИФиБП. – Боровск, 2000. – С. 389–391. 2. Маниатис, Т. Молекулярное клонирование / Т. Маниатис, Э. Фрич, Дж. Сэмбрук. – М.: Мир, 1984 – 480 с. 3. Молекулярно - генетическая оценка гетерозиготности в популяциях сельскохозяйственных животных / В. П. Терлецкий [и др.] // Современные методы генетики и селекции в животноводстве : материалы международной научной конференции. – СПб., 2007. – С. 273–277. 4. Хабибрахманова, Я. А. Полиморфизм генов молочных белков и гормонов крупного рогатого скота : дис. ... канд. биологических наук : 06.02.01: защищена 26.06.2009 / Я. А. Хабибрахманова. – М., 2009. – 123 с. 5. *Anim. Sci. Papers and Reports* / N. Stralkowska [et al.]. – 2002. – V. 20 (1). – P. 21–35.

Поступила в редакцию 04.12.2020

УДК 635.085.52

DOI 10.52368/2078-0109-2021-57-1-103-108

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ КОНСЕРВАНТОВ ПРИ СИЛОСОВАНИИ ВЛАЖНОГО ПЛЮЩЕНОГО ЗЕРНА КУКУРУЗЫ И ПРОВЯЛЕННОГО КЛЕВЕРА

Моисеева М.О., Шлома Т.М., Зенькова Н.Н., Ганущенко О.Ф.,
Ковалёва И.В., Шимко И.И.

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины»,
г. Витебск, Республика Беларусь

В статье изложены результаты исследований по комплексной оценке консервированного влажного плющеного зерна кукурузы и провяленной зеленой массы клевера лугового с использованием разных биологических консервантов. Установлено, что «Бактофлор-С ВБФ» обладает высоким консервирующим эффектом как на влажном плющеном зерне кукурузы, так и на провяленном высокобелковом сырье. Энергетическая и протеиновая питательность готовых кормов во всех случаях была высокой в сравнении со специализированными консервантами. **Ключевые слова:** консерванты биологические, Бактофлор-С ВБФ (*Bactoflorit* – S VBF), Био Кримп (*Bio crimp*), Фидтек™ F18 (*Feedtech™ Silage F18*), плющеное зерно, зеленая масса, сырой протеин, обменная энергия, кормовые единицы, молочная кислота, уксусная кислота, масляная кислота.