

allele as desirable for further selection. Selection aimed at breeding animals with preferable genotypes will increase the prolificacy of sows up to 13.3% and the litter weight at weaning up to 21.0%.

Selection aimed at breeding animals with preferable H-FABP<sup>HH</sup> and H-FABP<sup>DD</sup> genotypes compared to analogues of H-FABP<sup>hh</sup> and H-FABP<sup>dd</sup> genotypes in groups of control and experimental animals will allow increasing the growth rate by 2.8-8.6% and the weight of backgammon by 2.7-10.8%, simultaneously reducing the feed expenditures per unit of gain and the backfat thickness over the 6-7<sup>th</sup> thoracic vertebrae by 3.4-12.8% and 4.3-10.5%, respectively.

Molecular genetic testing of sows for these genes will make it possible to improve reproductive, fattening and meat traits in further selection and breeding work.

**Список литературы.** 1. Василюк, О. Я. Модельные генетические профили свиней материнских пород по генам-маркерам продуктивности / О. Я. Василюк, И. П. Шейко, И. Ф. Гридюшко // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук.* – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 350–360. 2. Комплексная оценка исходных генотипов свиней с высокой адаптационной способностью с целью создания родительских свинок F1 / И. П. Шейко [и др.] // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук.* – 2020. – № 3. – С. 321–330. 3. Епишко, Т. И. Достижения и перспективы использования ДНК-технологий в свиноводстве : монография / Т. И. Епишко, В. А. Дойлидов, Д. А. Каспирович. – Витебск : ВГАВМ, 2012. – 260 с. 4. Шейко, Р. И. Селекционные приемы по формированию финальных родительских групп свиноматок (F1) с высокой адаптационной способностью / Р. И. Шейко, И. Н. Казаровец // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. Аграрных навук.* – 2020. – Т. 58, № 2. – С. 185–198. 5. Использование маркерных генов в селекции свиней различных пород для повышения репродуктивных качеств : монография / О. А. Епишко [и др.]. – Гродно : ГГАУ, 2015. – 185 с. 6. Новые селекционно-генетические методы в свиноводстве Беларуси / И. П. Шейко [и др.] // *Доклады Национальной академии наук Беларуси.* – 2020. – Т. 64, № 6. – С. 757–768. 7. Казаровец, И. Н. Репродуктивные качества чистопородных и двухпородных свиноматок / И. Н. Казаровец // *Агропанорама.* – 2019. – № 1. – С. 21–23.

**References.** 1. Vasilyuk, O. YA. Model'nye geneticheskie profili svinej materinskih porod po genam-markeram produktivnosti / O. YA. Vasilyuk, I. P. SHejko, I. F. Gridyushko // *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. Agrarnykh navuk.* – 2021. – Т. 59, № 3. – С. 350–360. 2. Kompleksnaya ocenka iskhodnykh genotipov svinej s vysokoy adaptacionnoy sposobnost'yu s cel'yu sozdaniya roditel'skih svinok F1 / I. P. SHejko [i dr.] // *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. Agrarnykh navuk.* – 2020. – № 3. – С. 321–330. 3. Epishko, T. I. Dostizheniya i perspektivy ispol'zovaniya DNK-tekhnologij v svinovodstve : monografiya / T. I. Epishko, V. A. Dojlidov, D. A. Kaspirovich. – Vitebsk : VGAVM, 2012. – 260 s. 4. SHejko, R. I. Selekcionnye priemy po formirovaniyu final'nykh roditel'skih grupp svinomatok (F1) s vysokoy adaptacionnoy sposobnost'yu / R. I. SHejko, I. N. Kazarovec // *Vesci Nacyanal'naj akademii navuk Belarusi. Ser. Agrarnykh navuk.* – 2020. – Т. 58, № 2. – С. 185–198. 5. Ispol'zovanie markernykh genov v selekcii svinej razlichnykh porod dlya povysheniya reproduktivnykh kachestv : monografiya / O. A. Epishko [i dr.]. – Grodno : GGAU, 2015. – 185 s. 6. Novye selekcionno-geneticheskie metody v svinovodstve Belarusi / I. P. SHejko [i dr.] // *Doklady Nacional'noj akademii nauk Belarusi.* – 2020. – Т. 64, № 6. – С. 757–768. 7. Kazarovec, I. N. Reprodukivnye kachestva chistoporodnykh i dvuhporodnykh svinomatok / I. N. Kazarovec // *Agropanorama.* – 2019. – № 1. – С. 21–23.

Поступила в редакцию 31.03.2023.

DOI 10.52368/2078-0109-2023-59-2-118-123  
УДК 636.234.1.082.3(476.1)

#### **ФОРМИРОВАНИЕ ГЕНЕАЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ПОГОЛОВЬЯ БЫКОПРОИЗВОДЯЩИХ КОРОВ И ПЛЕМЕННЫХ БЫКОВ ГОЛШТИНСКОЙ ПОРОДЫ МОЛОЧНОГО СКОТА ОТЕЧЕСТВЕННОЙ СЕЛЕКЦИИ В ПЛЕМЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ С УЧЕТОМ ГЕНОТИПОВ ПО $\beta$ -КАЗЕИНУ**

**Шейко И.П. ORCID ID 0000-0002-4684-9830, Климец Н.В. ORCID ID 0000-0002-0722-0394, Песоцкий Н.И. ORCID ID 0000-0002-1737-3540, Шеметовец Ж.И. ORCID ID 0000-0001-9086-2349**  
РУП «Научно-практический центр Национальной Академии наук Беларуси по животноводству»,  
г. Жодино, Республика Беларусь

Впервые в Республике Беларусь на примере сельскохозяйственных предприятий Минской области сформирована генеалогическая структура поголовья быкопроизводящих коров и племенных быков голштинской породы молочного скота отечественной селекции с учетом генотипов по  $\beta$ -казеину. Установлено, что животные с генотипом A2A2 по  $\beta$ -казеину принадлежат ко всем шести плановым генеалогическим комплексам, составляющим структуру голштинской породы. На РУСП «Минское племпредприятие» имеется достаточное количество доз спермы племенных быков с генотипом A2A2 по  $\beta$ -казеину для получения ремонтных бычков всех комплексов и создания селекционных стад с желательным генотипом, производящих молоко A2. **Ключевые слова:** генеалогическая структура, голштинская порода, быкопроизводящие коровы, генотипы по  $\beta$ -казеину.

## FORMATION OF THE GENEALOGICAL STRUCTURE IN HERDS OF BULL-PRODUCING COWS AND BREEDING BULLS OF THE HOLSTEIN DAIRY CATTLE BREED OF DOMESTIC SELECTION AT PEDIGREE BREEDING AGRICULTURAL ENTERPRISES IN THE MINSK REGION, CONSIDERING $\beta$ -CASEIN GENOTYPES

Sheiko I.P., Klimets N.V., Pesotski N.I., Shemetavets Zh.I.

RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding",  
Zhodino, Republic of Belarus

*For the first time in the Republic of Belarus, following the example of agricultural enterprises of the Minsk region, there has been formed the genealogical structure in herds of bull-producing cows and breeding bulls of the Holstein dairy breed of domestic selection, considering the  $\beta$ -casein genotypes. It has been established that animals with the A2A2  $\beta$ -casein genotype belong to all six planned genealogical complexes that make up the structure of the Holstein breed. The RUE "Minsk Pedigree Breeding Enterprise" possesses a sufficient stock of sperm doses taken from breeding bulls with the A2A2  $\beta$ -casein genotype to obtain replacement bulls of all complexes and develop selection herds with the desired genotype, producing A2 milk. **Keywords:** genealogical structure, Holstein breed, bull-producing cows,  $\beta$ -casein genotypes.*

**Введение.** Во многих странах мира ученые и практики в области разведения и селекции молочного скота особое внимание уделяют оценке и отбору коров, особенно потенциальных матерей ремонтных быков и племенных быков, с учетом их генотипов по  $\beta$ -казеину молока, а также происхождения.

В настоящее время установлено, что  $\beta$ -казеин состоит из 209 аминокислот. Структура  $\beta$ -казеина у животных с различными генотипами (A1A1 и A2A2) отличается единственной аминокислотой: генотип A1A1 содержит в позиции 67 аминокислоту гистидин, генотип A2A2 – пролин. При употреблении в пищу молока от коров с генотипами A1A1 и A2A2  $\beta$ -казеины расщепляются в желудочно-кишечном тракте человека с образованием разных веществ: при расщеплении A1  $\beta$ -казеина образуется пептид, состоящий из семи аминокислотных остатков, который называется бычий казоморфин-7, или БКМ-7, и неблагоприятно влияет на перистальтику желудочно-кишечного тракта человека, в частности, детей в раннем возрасте [1, 2, 3].

В некоторых странах начали разрабатывать методы контроля генетических форм  $\beta$ -казеина в детском питании. Ученые известной компании детского питания Нестле разработали метод сверхэффективной жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии высокого разрешения для интактных белков, которые могут эффективно обнаруживать, идентифицировать и характеризовать основные молочные белки и их протеоформы (статус фосфорилирования, степень гликирования, генетические варианты) в ингредиентах и конечных продуктах с акцентом на выявление и количественную оценку конкретных генетических вариантов  $\beta$ -казеина в смесях для грудных детей [5].

Почетный профессор Оклендского университета Боб Эллиот призвал в 2020 г. фермеров Новой Зеландии полностью перейти на производство молока A2. Профессор привел пример последних исследований китайских медиков, которые показали, что проблемы с употреблением питьевого молока у китайцев связаны не столько с непереносимостью лактозы, сколько с влиянием молока животных с генотипом A1A1  $\beta$ -казеина на расстройства пищеварительного тракта и некоторые другие проблемы со здоровьем. По мнению Б. Эллиота, новозеландская молочная отрасль должна воспользоваться огромнейшим потенциалом Китая как потребителя молочных продуктов на основе молока A2 [4, 6, 7].

Оценка и отбор быкопроизводящих коров (потенциальных матерей быков) и племенных быков имеет важное значение для селекционного прогресса в молочном скотоводстве. В настоящее время с целью улучшения качественных характеристик молока наряду с оценкой основных селекционируемых признаков коров в странах с развитым молочным скотоводством проводится их тестирование и отбор с предпочтительными генотипами по  $\beta$ -казеину. Данная информация учитывается при создании селекционных стад, так как быкопроизводящие коровы с желательными генотипами являются источниками не только большого количества молока, но и поставщиками высококачественного молодняка, в том числе и ремонтных быков.

Учитывая тот факт, что быкопроизводящие коровы являются потенциальными матерями быков новых генераций, их тестирование и отбор предпочтительных генотипов с учетом принадлежности к генеалогическим комплексам дает возможность поддерживать структуру породы.

**Целью исследований** является формирование генеалогической структуры поголовья быкопроизводящих коров (потенциальных матерей ремонтных быков) и племенных быков голштинской породы молочного скота отечественной селекции с учетом генотипа по  $\beta$ -казеину молока для получения новых генераций животных с предпочтительным генотипом A2A2, производящих молоко A2.

**Материалы и методы исследований.** Объектами исследований являлись быкопроизводящие коровы, принадлежащие ОАО «Городея» Несвижского и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского районов и племенные быки РУСП «Минское племпредприятие» голштинской породы молочного скота отечественной селекции, протестированные по генотипам  $\beta$ -казеина. Биометрическая

обработка цифрового материала проводилась на основе выборок коров и быков, сформированных из информационной базы данных племенного молочного скота ГИВЦ «Минсельхозпрода» по методике П.Ф. Рокицкого [8].

**Результаты исследований.** С целью формирования генеалогической структуры поголовья быкопроизводящих коров с учетом генотипов по  $\beta$ -казеину изучена принадлежность быкопроизводящих коров к генеалогическим комплексам в разрезе хозяйств.

Установлено, что животные по генеалогии в ОАО «Городея» распределены неравномерно: наибольшее количество коров с генотипом A2A2 по  $\beta$ -казеину принадлежит к четвертому комплексу (21 гол.), который представлен дочерями высокоценных быков РУСП «Минское племпредприятие»: Болеро 500608 и Мелхор 500610. По происхождению быкопроизводящие коровы с генотипом A1A2 распределены следующим образом: из 46 голов к 1, 3 и 5 комплексам относятся по 11% животных; 2 – 9%; 4 – 26% и 6 – 32% коров. Десять быкопроизводящих коров с генотипом A1A1 по  $\beta$ -казеину отнесены к 3, 4, 5 и 6 комплексам (таблица 1).

**Таблица 1 – Распределение быкопроизводящих коров различных генотипов по  $\beta$ -казеину по генеалогическим комплексам в ОАО «Городея»**

Комплекс	Генотипы по $\beta$ -казеину		
	A2A2	A1A2	A1A1
1	1	5	-
2	7	4	-
3	5	5	1
4	21	12	2
5	6	5	4
6	3	15	4

При формировании генеалогической структуры поголовья быкопроизводящих коров с учетом генотипов по  $\beta$ -казеину ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» установлено, что животные с генотипом A2A2 по  $\beta$ -казеину принадлежат к шести генеалогическим комплексам, составляющим структуру голштинской породы молочного скота отечественной селекции. Частота встречаемости коров с желательным генотипом A2A2 среди протестированных составляет 37%. Наибольшую долю занимают животные с гетерозиготным генотипом A1A2 по  $\beta$ -казеину – 47%, среди которых 20 гол. (43%) представлено коровами четвертого комплекса. От высокоценных производителей данного комплекса – Валдая 200338 и Бена 500773 получено по четыре дочери с указанным генотипом. Нежелательный генотип A1A1 имеют 16% животных (таблица 2).

**Таблица 2 – Распределение быкопроизводящих коров различных генотипов по  $\beta$ -казеину по генеалогическим комплексам ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»**

Комплекс	Генотипы по $\beta$ -казеину		
	A2A2	A1A2	A1A1
1	8	6	1
2	4	4	2
3	1	-	-
4	9	20	9
5	11	8	-
6	4	9	4

Определено количество потенциальных матерей ремонтных быков голштинской породы с генотипом A2A2 с учетом отцов в исследуемых хозяйствах. Наибольшее число потомков – потенциальных матерей ремонтных быков голштинской породы с предпочтительным генотипом получено от следующих высокоценных производителей: Болеро 500608, Мелхор 500610, Раймондо 400593, Баллистос 100493, Спич 750461, Ялта 100556 (таблица 3).

**Таблица 3 – Распределение быкопроизводящих коров с генотипом A2A2 с учетом их отцов**

Кличка отца	Номер отца	Количество дочерей
Болеро	500608	9
Мелхор	500610	8
Баллистос	100493	7
Раймондо	400593	6
Спич	750461	6
Ялта	100556	5

## Продолжение таблицы 3

Кличка отца	Номер отца	Количество дочерей
Хорис	500553	4
Аупро	500547	4
Колосс	750459	3
Валдай	200338	2
Скотт	300725	2
Лео	300725	2
Боссет	500713	2
Самуэль	500186	2
Банкир	500147	2
Татар	600587	2
Фейсоф	750419	1
Ремант	750379	1
Погром	300325	1
Кесвик	750420	1
Габлес	750484	1
Денни	500697	1
Бархат	500185	1
Мантай	750101	1
Визард	750133	1

Плановое использование данных производителей на коровах с предпочтительными генотипами будет способствовать получению новых генераций ремонтных быков плановых комплексов и ускорению создания селекционных стад коров с генотипами А2А2 по  $\beta$ -казеину.

Проведены исследования по оценке показателей молочной продуктивности быкопроизводящих коров двух исследуемых хозяйств с учетом генотипов по  $\beta$ -казеину (таблицы 4, 5).

**Таблица 4 – Показатели молочной продуктивности быкопроизводящих коров с различными генотипами по  $\beta$ -казеину в ОАО «Городея»**

	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Жир, кг	Белок, кг
Генотип А1А1					
n	11	11	11	11	11
M	10971	4,08	3,38	447	370
m	287	0,07	0,03	12	9,8
C <sub>v</sub>	8,7	6,1	3,2	9,2	8,8
Генотип А1А2					
n	46	46	46	46	46
M	10616	4,13	3,39	438	360
m	161	0,05	0,02	6,9	5,4
C <sub>v</sub>	10,3	8,3	3,6	10,6	10,3
Генотип А2А2					
n	43	43	43	43	43
M	11209	4,09	3,40	457	380
m	155	0,05	0,02	5,9	5,2
C <sub>v</sub>	9,0	7,3	4,5	8,5	8,9

**Таблица 5 – Показатели молочной продуктивности быкопроизводящих коров с различными генотипами по  $\beta$ -казеину в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита»**

	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Жир, кг	Белок, кг
Генотип А1А1					
n	15	15	15	15	15
M	10521	3,86	3,45	406	363
m	178	0,14	0,03	16	7,9
C <sub>v</sub>	6,6	14,2	3,3	15,5	8,4
Генотип А1А2					
n	47	47	47	47	47
M	10493	3,83	3,44	403	361
m	147	0,06	0,02	8,9	5,5
C <sub>v</sub>	9,6	10,2	4,3	15,2	10,4

## Продолжение таблицы 5

	Удой, кг	Жир, %	Белок, %	Жир, кг	Белок, кг
Генотип А2А2					
n	37	37	37	37	37
M	10586	3,91	3,51	413	371
m	125	0,06	0,03	7,5	5,1
C <sub>v</sub>	7,2	10,0	4,9	11,1	8,3

Как видно из таблиц 4, 5, коровы всех генотипов по  $\beta$ -казеину имеют высокие показатели продуктивности, вместе с тем, прослеживается тенденция увеличения удоев, выхода молочного жира и молочного белка у коров с генотипом А2А2 по  $\beta$ -казеину.

Проведено тестирование по генотипам  $\beta$ -казеина 40 импортных геномнооцененных племенных быков РУСП «Минское племпредприятие», из которых 22 головы имеют предпочтительный генотип А2А2 по  $\beta$ -казеину.

Изучена генеалогическая структура поголовья указанных быков с отнесением к генеалогическим комплексам, а также остатки спермы и получение приплода, в том числе телок за весь период использования (таблица 6). Установлено, что наибольшее число быков принадлежит к четвертому комплексу, от них получено максимальное количество телок (54750 гол.), в т.ч. по отцам: Твиттер 500676 – 17299 гол., Бен 500703 – 13966 гол., Септембер 500694 – 10401 гол., Снейк 500679 – 10410 гол. Пятый генеалогический комплекс представлен тремя быками: Симен 500776, Брук 500813 и Денни 500697, от которого получено почти 20 тыс. телок и имеется остаток спермы 50,3 тыс. доз. Всего по протестированному поголовью быков с предпочтительным генотипом А2А2 по  $\beta$ -казеину на племпредприятии имеется 790,5 тыс. доз спермы и получено 112949 телок.

Использование вышеуказанных быков на маточном поголовье с генотипами А2А2 и А1А2 позволит ускорить создание селекционных стад с желательными генотипами для получения молока нужного качества.

**Таблица 6 – Генеалогическая структура поголовья племенных быков РУСП «Минское племпредприятие» с предпочтительным генотипом по  $\beta$ -казеину**

Комплекс	Кол-во быков	Остаток спермы, тыс. доз	Получено приплода, гол.	
			всего	в т.ч. телок
1	2	23,1	16536	8085
2	4	73,1	15273	7582
3	2	119,7	24803	11778
4	7	42,9	112334	54750
5	3	127,4	40911	19861
6	4	111,9	22386	10893
Итого	22	790,5	232243	112949

**Заключение.** Сформирована генеалогическая структура поголовья быкопроизводящих коров в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и ОАО «Городея» и племенных быков РУСП «Минское племпредприятие» с учетом генотипов по  $\beta$ -казеину. Установлено, что предпочтительный генотип А2А2 по  $\beta$ -казеину в обоих хозяйствах и на предприятии имеют животные всех шести плановых генеалогических комплексов, составляющих структуру голштинской породы молочного скота.

Использование быков-производителей с предпочтительным генотипом А2А2 по  $\beta$ -казеину на быкопроизводящих коровах с аналогичным генотипом позволит получать ремонтных быков нужного происхождения для проведения внутрilineйного подбора и ускорения процесса создания селекционных стад с желательным генотипом. В конечном итоге это обеспечит молокоперерабатывающую отрасль сырьем, безопасным и полезным для здоровья населения и улучшения экономической эффективности молочной отрасли Республики Беларусь за счет увеличения закупочных цен на молоко А2.

**Conclusion.** The genealogical structure in the herd of bull-producing cows in the State Enterprise "Zhodinoagroplemelita" and JSC "Gorodeya" and breeding bulls of the RUEAE "Minsk Pedigree Breeding Enterprise" has been formed, considering the  $\beta$ -casein genotypes. It was found that the preferable А2А2  $\beta$ -casein genotype, on both farms and at the enterprise, has the animals of all six planned genealogical complexes that make up the structure of the Holstein cattle dairy breed.

The use of breeding bulls with the preferable А2А2  $\beta$ -casein genotype on bull-producing cows with a similar genotype will allow obtaining replacement bulls of the desired origin for the in-line selection and acceleration of the process of developing breeding herds with the desired genotype.

Ultimately, this will provide the milk processing industry with safe and healthy raw materials, benefi-

cial for the economic efficiency of the dairy industry in the Republic of Belarus due to increasing the purchase prices for A2 milk.

**Список литературы.** 1. A Naturally Occurring Opioid Peptide from Cow's Milk, Beta-Casomorphine-7, Is a Direct Histamine Releaser in Man / M. Kurek [et al] // *Int Arch Allergy Immunol.* – 1992. – Vol. 97. – P. 115–120. 2. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption / R. B. Elliott [et al] // *Diabetologia* – 1999. – Vol.42. – P. 292–296. 3. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity / O. Sokolov [et al] // *Peptides.* – 2014. – Vol. 56. – P.68–71. 4. Sun Jianqin, Xu Leiming, Xia Lu, Gregory W. Yelland, Jiayi Ni and Andrew J. Clarke Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk [Electronic resource] / Sun Jianqin [et al] // *Nutrition Journal.* – 2016. – Vol.15, № 35. – <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0147-z> 5. Protein fingerprinting and quantification of  $\beta$ -casein variants by ultraperformance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry / C. Fuerer [et al] // *J. Dairy Sci.* – 2020. – Vol. 103, № 2. – P. 1193–1207. 6. Ryman healthcare senior new zealander of the year 2020 finalists 27 Jan 2020 [Electronic resource]. – <https://nzawards.org.nz/news/ryman-senior-new-zealander-year-2020-finalists/> 7. Stringleman, H. A2 milk evidence is persuasive [Electronic resource] / H. Stringleman // *DAIRY.* – 26 July 2019. – <https://farmersweekly.co.nz/#> 8. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

**References.** 1. A Naturally Occurring Opioid Peptide from Cow's Milk, Beta-Casomorphine-7, Is a Direct Histamine Releaser in Man / M. Kurek [et al] // *Int Arch Allergy Immunol.* – 1992. – Vol. 97. – P. 115–120. 2. Type I (insulin-dependent) diabetes mellitus and cow milk: casein variant consumption / R. B. Elliott [et al] // *Diabetologia* – 1999. – Vol.42. – P. 292–296. 3. Autistic children display elevated urine levels of bovine casomorphin-7 immunoreactivity / O. Sokolov [et al] // *Peptides.* – 2014. – Vol. 56. – P.68–71. 4. Sun Jianqin, Xu Leiming, Xia Lu, Gregory W. Yelland, Jiayi Ni and Andrew J. Clarke Effects of milk containing only A2 beta casein versus milk containing both A1 and A2 beta casein proteins on gastrointestinal physiology, symptoms of discomfort, and cognitive behavior of people with self-reported intolerance to traditional cows' milk [Electronic resource] / Sun Jianqin [et al] // *Nutrition Journal.* – 2016. – Vol.15, № 35. – <https://doi.org/10.1186/s12937-016-0147-z> 5. Protein fingerprinting and quantification of  $\beta$ -casein variants by ultraperformance liquid chromatography–high-resolution mass spectrometry / C. Fuerer [et al] // *J. Dairy Sci.* – 2020. – Vol. 103, № 2. – P. 1193–1207. 6. Ryman healthcare senior new zealander of the year 2020 finalists 27 Jan 2020 [Electronic resource]. – <https://nzawards.org.nz/news/ryman-senior-new-zealander-year-2020-finalists/> 7. Stringleman, H. A2 milk evidence is persuasive [Electronic resource] / H. Stringleman // *DAIRY.* – 26 July 2019. – <https://farmersweekly.co.nz/#> . 8. Rokitskii, P. F. *Biologicheskaya statistika* / P. F. Rokitskii. – Minsk : Vysheishaia shkola, 1973. – 320 s.

Поступила в редакцию 06.04.2023.