

ISSN 1996-6733

П

**роблемы
биологии
продуктивных
животных**

Научно-
теоретический
журнал

*Сохранение генофонда:
интрогрессия*

2012

1

УДК 636.2.034.082.26

ВЛИЯНИЕ ИНТРОГРЕССИИ НА ГЕНЕТИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ТРАНСГРАНИЧНОЙ ПОРОДЫ: МОДЕЛИРОВАНИЕ

Кузнецов В.М., Вахонина Н.В.

Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого

Моделировали использование генофонда аборигенной породы для повышения содержания жира в молоке трансграничной породы. Показаны временные тренды генетической структуры и продуктивности. Сделано заключение, что интрогрессия - это неоднозначное, трудоемкое и дорогостоящее мероприятие с высокой степенью экономического риска.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, генофонд, интрогрессия, генетическая структура, молочная продуктивность, моделирование

Проблемы биологии продуктивных животных, 2012, 1: 75-82

Введение

В последние 2-3 десятилетия имеет место тенденция объединения пород молочного скота (Паронян, Мамзина, 1994) и формирования на этой основе трансграничных пород с широким ареалом распространения. Процесс сопровождается поглощением местных (аборигенных, локальных) пород. Высказываются опасения, что он может привести к утрате половины генетических комбинаций по хозяйственно-полезным признакам (Столповский, 2007). Существует даже мнение, что «все локальные породы практически уничтожены или подвергнуты бессистемным скрещиваниям, от некоторых остались только названия, по сути – это «синтетические» популяции с непредсказуемой продукцией и племенной ценностью потомства» (Марзанов, 2007).

В научных публикациях с 1970-х годов обсуждается проблема сохранения генофонда аборигенных пород (Глембоцкий, Копыловская, 1972; Эйснер, 1975; Иванов, 1976; Завертяев, 1983). Считается, что эти породы обладают уникальными комбинациями аллелей (Попов, Ескин, 2000) и генных ассоциаций (Марзанов и др., 2007), которые могут быть использованы в будущем для различных целей, в частности, для повышения устойчивости к болезням, приспособленности, улучшения экономических признаков трансграничных пород (Иванов, 1976; Завертяев, 1983; Паронян, Прохоренко, 2008) (см. фото 1 и 2).

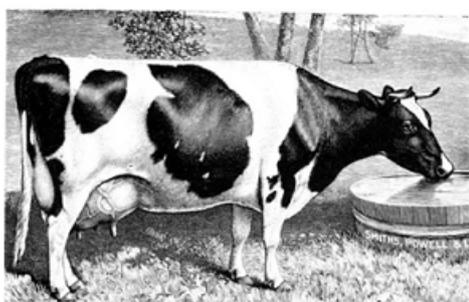


Фото 1. Слева – корова голитино-фризской породы Clothilde - чемпионка США 1887 г. (Mansfield, 1985). Справа - корова современного типа голитинской (трансграничной) породы

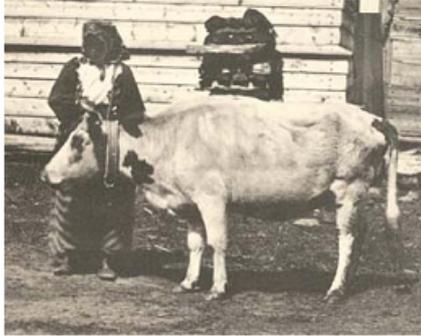


Фото 2. Слева – аборигенная корова Вятской губернии (из отчета экспедиции акад. Миддендорфа, 1883 г.). Справа – корова истобенской породы Кировской области (порода на грани исчезновения).

Поэтому исчезающие аборигенные породы важно не только сохранять, но и рационально использовать их генофонд в селекционном процессе. Последнее называют даже «методом активного сохранения генофонда» (Багиров, 2008).

Интродукцию генов из экзотического источника в популяцию (породу, вид) называют интрогрессией (Ригер, Михаэлис, 1967; Камарова и др., 2008). В настоящей работе под интрогрессией подразумевается процесс переноса генов аборигенной породы (таких, как «гены» качества продукции, устойчивости к болезням, приспособленности и т.п.) в генофонд трансграничной породы посредством различного рода скрещиваний. Последствия интрогрессии в ряду последовательных поколений ранее не изучались. В данной статье представлены результаты пилотажного исследования по компьютерному моделированию процесса разведения с интрогрессией и оценки воздействия последней на генетическую структуру и продуктивность животных трансграничной породы.

Методика

Имитационная модель базировалась на следующих предпосылках:

1. Имеется высокоудойная, но жидкомолочная трансграничная порода со стабильным поголовьем (например, фото 1 справа) и жирномолочная, но низкоудойная аборигенная порода (например, фото 2 справа) критического статуса с системой рекуррентного разведения (Кузнецов, Вахонина, 2010). Исходные показатели продуктивности коров двух пород приведены в таблице.

2. Для повышения жирномолочности определенная доля (b) коров активной части трансграничной породы осеменяется спермой быков аборигенной породы (рис. 1).

3. Интрогрессия проводится или по типу вводного (с $b=20-60\%$) или по типу воспроизводительного (с $b=20\%$) скрещивания. В первом случае она была или однократной или многократно-прерывистой (дискретной). Во втором случае – с беккроссингом до $\frac{1}{4}$ или до $\frac{1}{8}$ кровности местной породы (25 и 12,5% генов соответственно).

4. При интрогрессии по типу вводного скрещивания помесные быки в разведении не используются. При интрогрессии по типу воспроизводительного скрещивания помесные быки используются в активной части с приращением 20% за поколение и со скользящим соотношением с чистопородными трансграничными быками – в пассивной части породы.

5. Допускалось промежуточное наследование, отсутствие селекции и генетических корреляций между признаками, стабильный уровень кормления и постоянные условия содержания животных в поколениях (для оценки влияния интрогрессии в «чистом» виде).

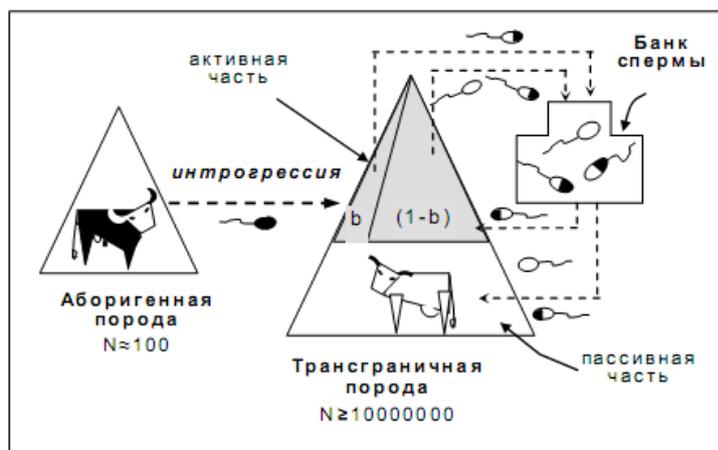


Рис. 1. Схема разведения с интродукцией

Исходные показатели пород (входные данные для модели)

Показатели	Символы	Значение
Порода трансграничная		
Активная часть, %	a	30
Удой, кг		
- по породе	YТ	4000
- в активной части	YA	5200
- в товарной части	YP	3500
Жир, %		
- по породе	FT	3,7
- в активной части	FA	4,0
- в товарной части	FP	3,5
Порода местная		
Удой, кг	YM	3000
Жир, %	FM	4,7

Примечание. Коэффициенты изменчивости удоя и содержания жира в молоке в обеих породах составляли 25 и 8% соответственно.

При моделировании использовали простую генетическую модель:

$$A_{OFF} = (A_{DAM} + A_{SIRE}) / 2$$

где A_{OFF} , A_{DAM} и A_{SIRE} - племенная ценность потомка, матери и отца, соответственно.

Изучали воздействие интродукции на динамику генетической структуры, жирномолочности и удоя коров трансграничной породы в течение 10 поколений. Долю (процент) «аборигенных» генов в генофонде трансграничной породы в поколении t (G_t) рассчитывали по формуле:

$$G_t = \sum_j p_{t,j} ((1/2)G_{D_{t-1,j}} + (1/2)G_{S_{t-1,j}})$$

где $p_{t,j}$ - доля коров в j -ой части породы в поколении t ; $G_{D_{t-1,j}}$ и $G_{S_{t-1,j}}$ - генетические структуры самок и их партнеров в j -й части породы в поколении $t-1$.

Аналогично для «продуктивных» трендов:

$$\bar{A}_t = \sum_j p_{t,j} ((1/2)\bar{A}_{D_{t-1,j}} + (1/2)\bar{A}_{S_{t-1,j}})$$

где $\bar{A}_{D_{t-1,j}}$ и $\bar{A}_{S_{t-1,j}}$ - средняя племенная ценность самок и их партнеров в j -й части породы в поколении $t-1$ (соответствует Y_j - для удоя, или F_j - для содержание жира).

Результаты и обсуждение

На рис. 2 показаны тренды частоты «аборигенных» генов в генофонде трансграничной породы при разных вариантах интродукции. Однократная интродукция оказывает временное воздействие на генетическую структуру трансграничной породы (рис. 2а). После ее прекращения «аборигенные» гены в течение последующих 3-4 поколений из «трансграничного» генофонда элиминируются.

Дискретная интродукция может поддерживать на протяжении ряда поколений флуктуирующий уровень «аборигенных» генов в генофонде трансграничной породы (рис. 2б). Это значит, что периодически будет воспроизводиться очень неоднородное и достаточно многочисленное потомство первого поколения.

При интродукции по типу воспроизводительного скрещивания гены аборигенной породы накапливаются в «трансграничном» генофонде постепенно (рис. 2в). При этом скорость аккумуляции генов находится в обратной зависимости от продолжительности бэккроссинга (рис. 2г).

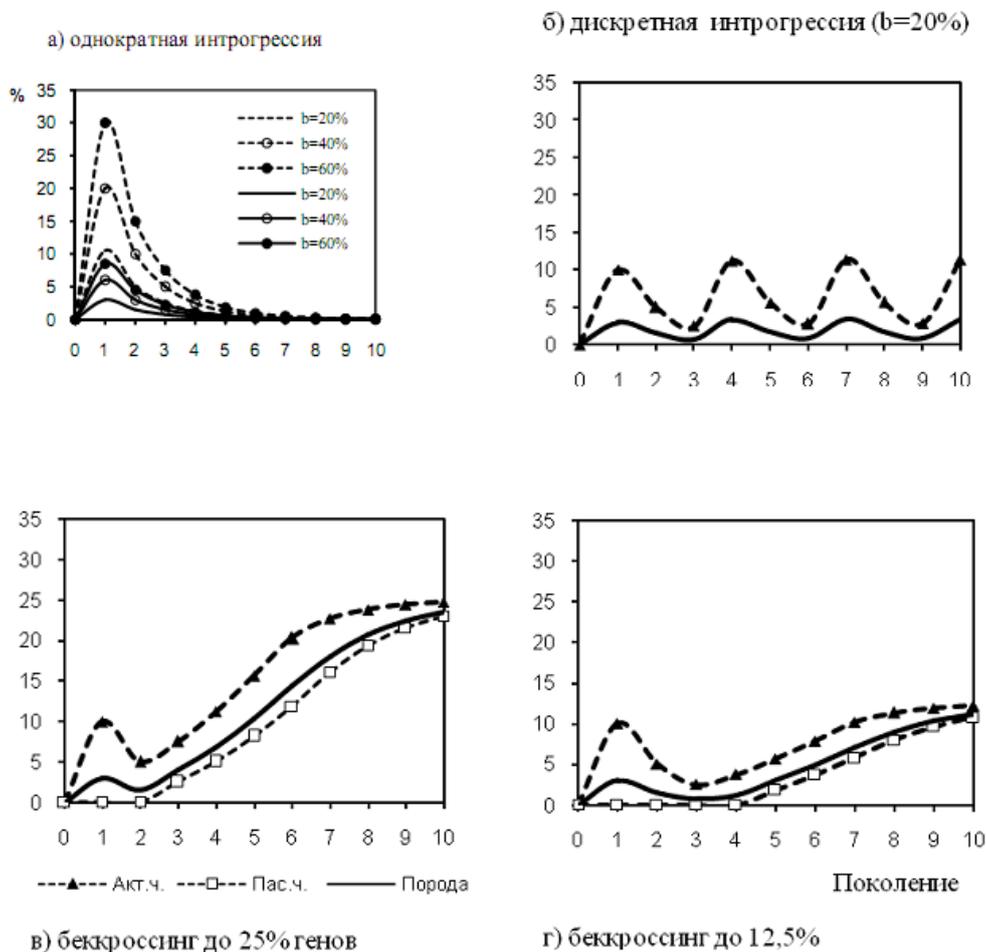


Рис. 2. Динамика частоты «аборигенных» генов в трансграничной породе при разных вариантах интродукции: по типу вводного скрещивания (а и б) и по типу воспроизводительного скрещивания (в и г). Сокращения: Акт. ч. и Пас. ч. означают активную (племенную) и пассивную (товарную) части породы соответственно.

На рис. 3 показаны тренды улучшаемого признака жирномолочности у коров трансграничной породы. При однократной интродукции максимальный эффект имеет место только у животных первого поколения (рис. 3а). В течение последующих поколений он нивелируется. Следствием дискретной интродукции является флуктуация в поколениях показателей улучшаемого признака (рис. 3б). Максимальные и минимальные значения последнего зависят от интенсивности интродукции и периода между интродукциями. При интродукции по типу вводного скрещивания имеет место позитивный тренд улучшаемого признака, выраженность которого снижается с увеличением продолжительности бэккроссинга (см. рис. 3в и 3г).

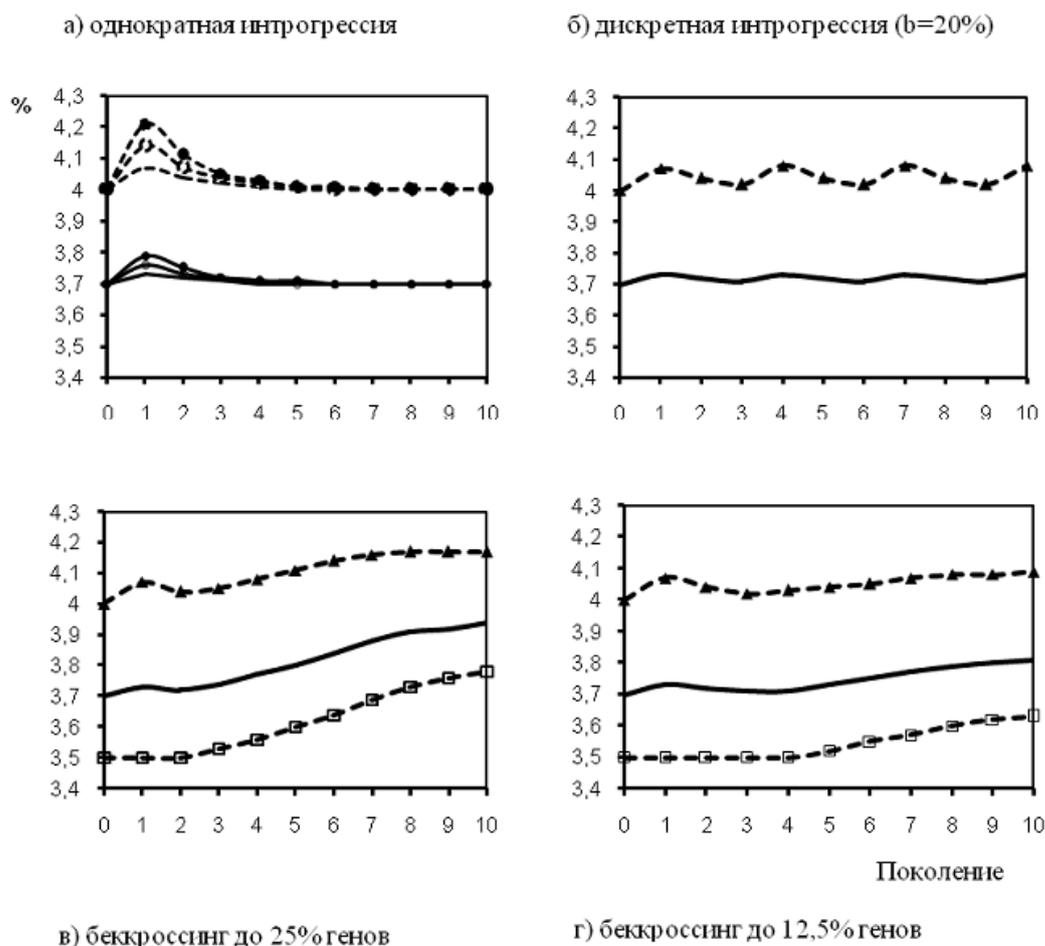


Рис. 3. Динамика жирномолочности коров трансграничной породы при разных вариантах интродукции (см. объяснения к рис. 2).

На рис. 4 показаны тренды удоя при улучшении жирномолочности коров трансграничной породы за счет генофонда аборигенной породы (в имитационной модели селекция животных по удою не предусматривалась). Негативные последствия интродукции при однократном вводном скрещивании носят локальный и проходящий характер (рис. 4а). Дискретная интродукция привела к флуктуации удоя в поколениях. Наблюдаемое снижение в целом незначительное (рис. 4б). Заметные негативные последствия имеют место при интродукции по типу воспроизводительного скрещивания – в активной части популяции удои снижались на 200-600 кг молока (рис. 4в,г). По всей видимости, данный тип интродукции

ухудшит многие, если не все, признаки и свойства животных трансграничной породы (исключая улучшаемый). Кроме того, как представляется, при наличии генетических связей между улучшаемым и другими признаками негативные последствия интрогрессии, возможно, будут более значительными.

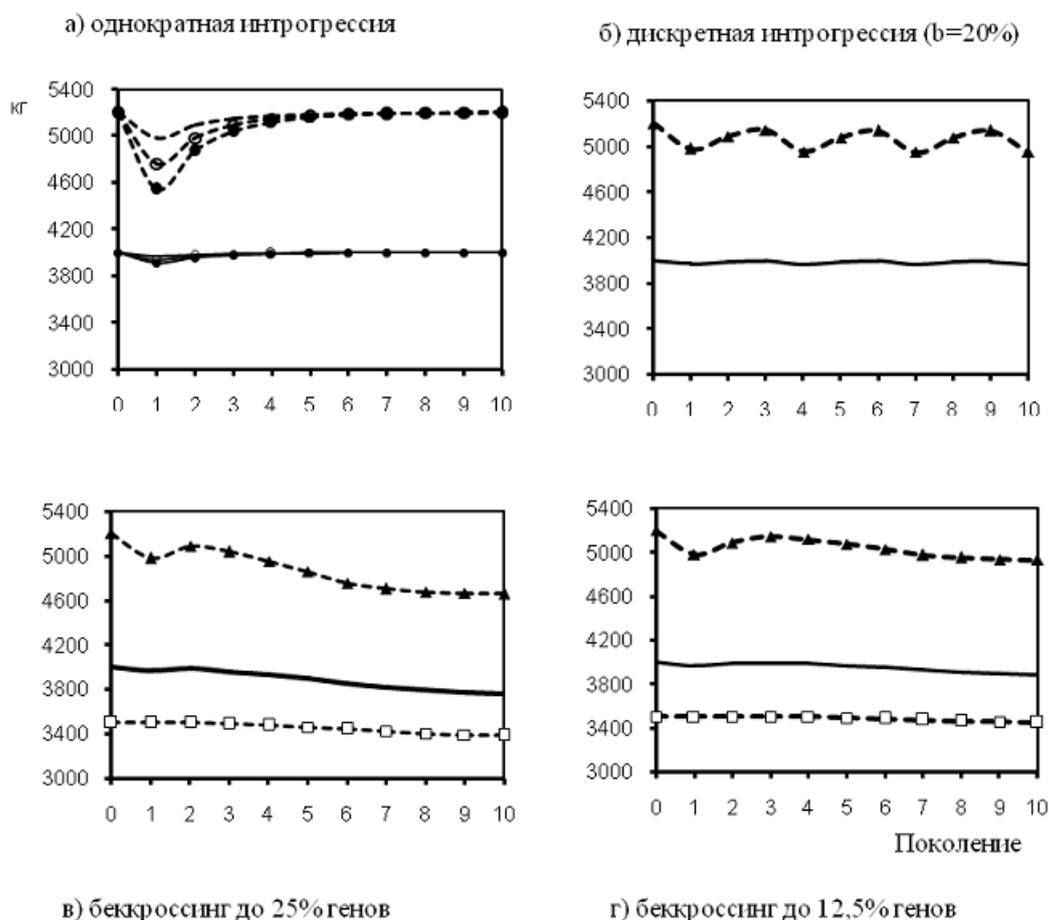
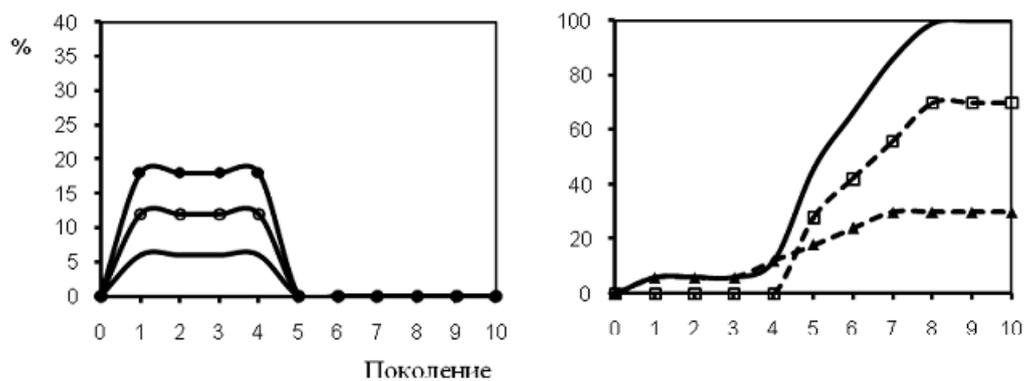


Рис. 4. Динамика среднего удоя коров трансграничной породы при разных вариантах интрогрессии (см. объяснения к рис. 2).



На рис. 5 показана динамика численности помесных животных в двух вариантах интрогрессии. При интрогрессии по типу вводного скрещивания помесные животные в пятом поколении считались чистопородными. При интрогрессии по типу воспроизводительного скрещивания вся трансграничная порода может стать, в конце концов, помесной (рис. 5 справа), что негативно отразится на ее статусе. Отметим, что в «заводской» породе помесных животных не должно быть более 20%.

Проведенное исследование – пилотажное, оно базировалось на простой генетической модели и на ряде предпосылок, имеющих идеализированный характер (см. методику, п. 5) с целью получить картину «в чистом виде». Несмотря на это, осмысление полученных результатов позволило сформулировать следующие предварительные выводы.

Интрогрессия по типу вводного скрещивания не может обеспечить достижения цели – закрепление «аборигенных» генов в популяции с широким ареалом. Интрогрессия по типу воспроизводительного скрещивания, по всей вероятности, приведет к повышенной неоднородности, ухудшению типа и экономических признаков животных в значительной части трансграничной породы. Для фиксации в «трансграничном» генофонде исключительно «нужных» генов потребуется не только жесткая выбраковка, но и очень интенсивная продолжительная селекция по комплексу признаков. Поэтому для интрогрессии следует использовать лишь уникальные аборигенные породы, с достоверно ценными признаками и свойствами, которые трудно улучшить методами селекции.

В общем, как представляется, интрогрессия – это неоднозначное, трудоемкое и дорогостоящее мероприятие с высокой степенью экономического риска. Возможно, интенсивно развивающиеся молекулярно-генетические методы в комбинации с новыми репродуктивными (клеточными) технологиями сделают процедуру интрогрессии менее трудоемкой, менее затратной и, самое главное, – без негативных сопутствующих эффектов («точечное» воздействие на улучшаемый признак). Остается только надеяться, что произойдет это в достаточно обозримом будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Багиров В. Генетические ресурсы животноводства. *Животноводство России*, 2008, 2: 10-12.
2. Глембоцкий Я.Л., Копыловская Г.Я. Проблема сохранения генофонда сельскохозяйственных животных. *Животноводство*, 1972, 6: 58-62.
3. Завертяев Б.П. Проблемы сохранения генофонда сельскохозяйственных животных. *Сельское хозяйство за рубежом*, 1983, 11: 47-51.
4. Иванов К.М. Сохранение генофонда породы в малочисленной популяции. *Бюлл. ВНИИРГЖ*, 1976, 21: 31-33.
5. Кузнецов В.М., Вахонина Н.В. Система рекуррентного разведения для исчезающих пород скота. *Мат. научн. конф. «Генетика и селекция в животноводстве: вчера, сегодня, завтра»* СПб.: ВНИИРГЖ, 2010: 81-84.
6. Марзанов Н.С. К чему ведет однотипность скота. *Животноводство России*, 2007, 12: 6-8.
7. Марзанов Н.С., Апишева Ф.К., Марзанова Л.К., Саморуков Ю.В., Кертиев Р.М. Современная характеристика понятия «порода». *Сельскохозяйственная биология*, 2007, 6: 16-23.
8. Паронян И.А., Мамзина Е.А. Каталог пород крупного рогатого скота Российской Федерации. СПб.: ВНИИРГЖ, 1994, 128 с.
9. Паронян И.А., Прохоренко П.Н. Генофонд домашних животных России: Учебное пособие. СПб.: «Лань», 2008, 352 с.
10. Попов Н.А., Ескин Г.В. Аллелофонд пород крупного рогатого по EAB-локусу. *Справочный каталог*. М., 2000, 300 с.
11. Ригер Р., Михаэлис А. Генетический и цитогенетический словарь. М.: «Колос», 1967, 608 с.

12. Камарова Г., Гавриленко Т., Анисимова И., Антонова О., Кузнецова О., Харитонов С. Словарь терминов по биотехнологии для производства продовольствия и ведения сельского хозяйства. Науч.-иссл. и техн. док. ФАО № 9 (русская версия). Рим, 2008, 383 с.
13. Столповский Ю.А. Ключевой вопрос в сохранении «культурного» биоразнообразия животных – сохранение породного многообразия. Известия ТСХА, 2007, 5: 125-134.
14. Эйсер Ф.Ф. Методика подбора в закрытом стаде при сохранении локальных пород. Науч.-тех. бюл. НИИЖ Лесостепи и Полесья УССР, 1975, 12: 12-15.
15. Mansfield R.H. Progress of the breed: The history of U.S. Holsteins. Holsteins-FriesianWorld, Inc., 1985, 362 p.

Поступило в редакцию: 17.11.11

Получено после доработки: 23.12.11

Effect of introgression on genetic structure and productivity of trans-borderline breed

Kuznetsov V.M., Vakhonina N.V.

Rudnitsky Research Institute of Agriculture of North-Vest, Kirov, Russia

SUMMARY. The use of gene pool of indigenous breed with the aim to increase milk fat content in trans-borderline breed has been modeled. The time trends of genetic structure and dairy performance was shown. Data obtained suggest that introgression is ambiguous, labour-consuming and expensive enterprise with high level of economical risks.

Keywords: cattle breeds, gene pool, genetic structure, introgression, milk productivity, modeling
Probl. Prod. Anim. Biol. (Russia), 2012, 1: 75-82