



ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# Методы генетической диагностики и селекции: текущее состояние и перспективы в России и за рубежом

30 мая 2019, международный форум «Агротех – 2019. Шаги за горизонт»

Пеков Юрий Алексеевич

**KSITEST**

Исполнительный директор,  
сооснователь

# Ежегодно хозяйство обновляет до трети поголовья



Стоимость содержания нетеля:  
**120 000** ₺ до первой лактации

Не все коровы одинаково хороши!

- 14% рождаются с генетическими заболеваниями
- Продуктивность между особями может отличаться в разы
- Часть коров оказывается не фертильными
- Точность оценки по предкам только 30-40%

# Какая корова лучше?



I'm so cute!

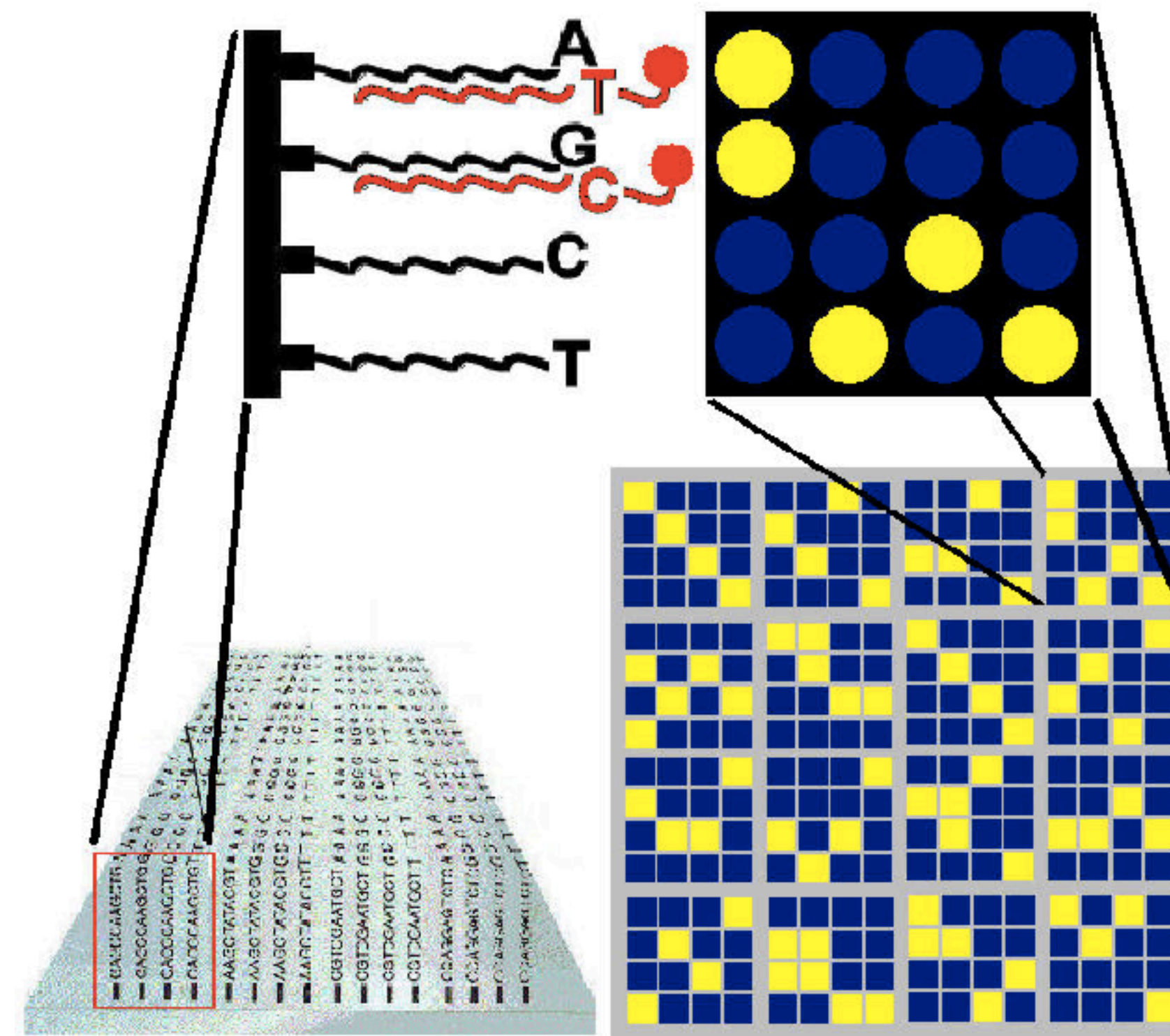
I'm so cool!



# Геномная селекция и диагностика

**Геномная селекция** — технология для повышения точности оценки племенной ценности молодых животных на основе информации о десятках тысяч мутаций по всему геному. Она позволяет:

1. Повысить точность оценки при рождении до **70%-87%** (в зависимости от признака)
2. Узнавать о моногенных заболеваниях при рождении, чтобы снизить уровни инбридинга
3. Вести направленное скрещивание
4. Подтвердить происхождение и породу
5. Находить собственных элитных животных
6. Снизить интервал между поколениями



В конечном итоге — увеличить продуктивность стада примерно на 15% в год

# Но нужна референтная база

1. Референтная группа (популяция) должна состоять из животных, для которых доступна следующая информация:

- a. Родословная
- b. Собственная продуктивность
- c. Продуктивность потомства
- d. Фенотип
- e. Генотип

2. Для этой группы проводится подтверждение родства по генотипу

3. Каждое животное проходит систему геномной оценки по системе BLUP, Sire Model, Animal Model, GBlup

4. Составляется база данных для оценки молодого поголовья

# Когда можно считать gVLUP для молочного стада



Точность предсказания зависит не только размера референтной базы, но и наследуемости признаков

**Признаки с высокой наследуемостью, для которых достаточно около 8000 животных в референтной базе:**

- Нормированный выход молока, белка и жира
- % содержания жира и белка в молоке
- Потребление сухого вещества

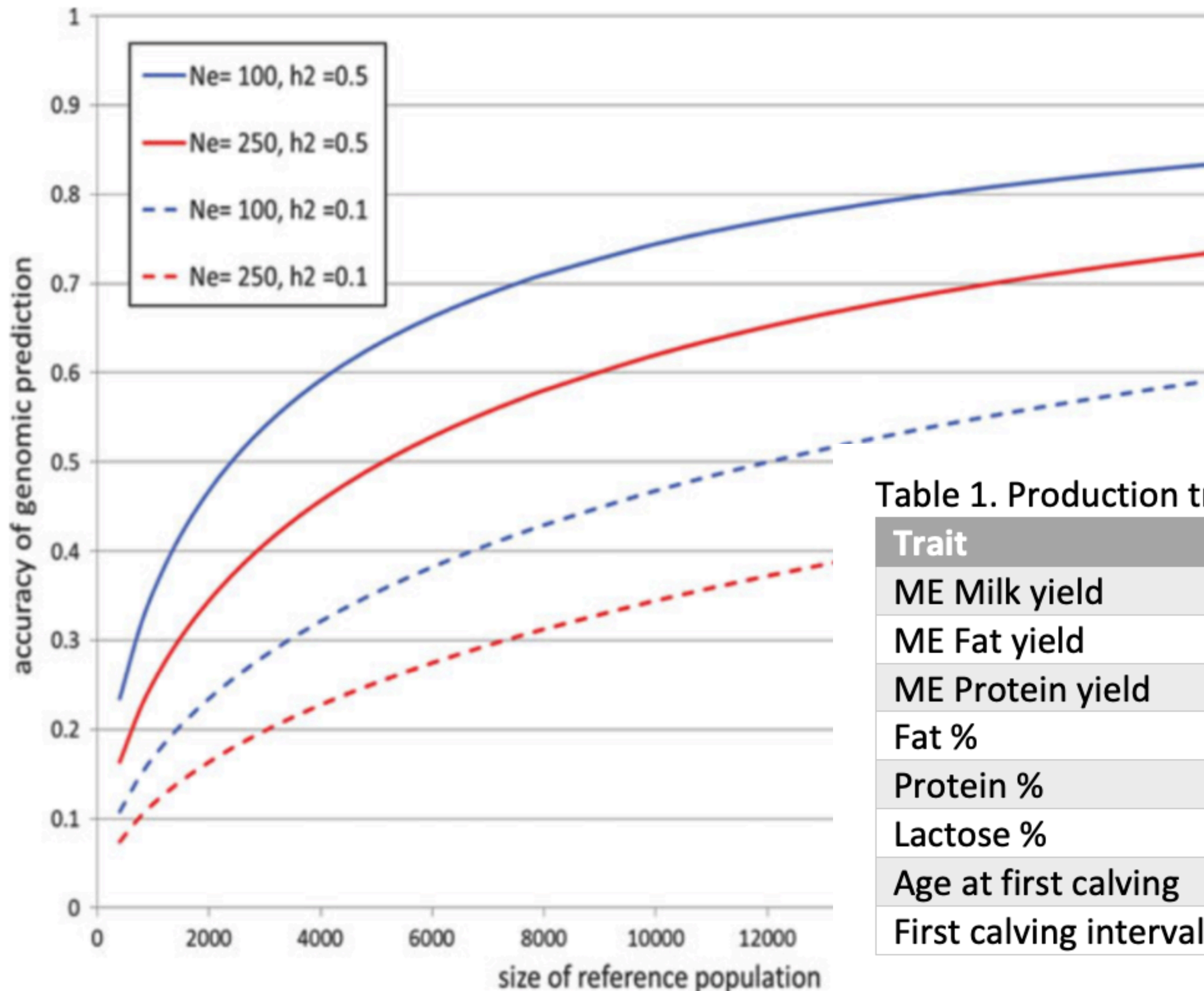


Table 1. Production traits heritability estimates

Trait	Heritability	Trait	Heritability
ME Milk yield	0.30	Lifetime Milk yield	0.15
ME Fat yield	0.30	Lifetime Fat yield	0.15
ME Protein yield	0.30	Lifetime Protein yield	0.14
Fat %	0.58	Productive life (PL)	0.13
Protein %	0.51	Somatic cell score	0.10
Lactose %	0.43	Lifetime net income	0.20
Age at first calving	0.14		
First calving interval	0.05		

# Геномная селекция КРС внедряется повсюду



- Рынок генетики животных: 5.5 млрд \$ в 2021
- Геномная оценка внедряется во всех странах-производителях:
  - В Новой Зеландии с 2008 г
  - В Канаде с 2009 г
  - В Ирландии с 2009
  - В Австралии с 2011 г
- А также: в США, Германии, Франции, Швейцарии, странах Скандинавии, Великобритании





# Пример Ирландии

За последние 5 лет:

5%

прирост стада

50%

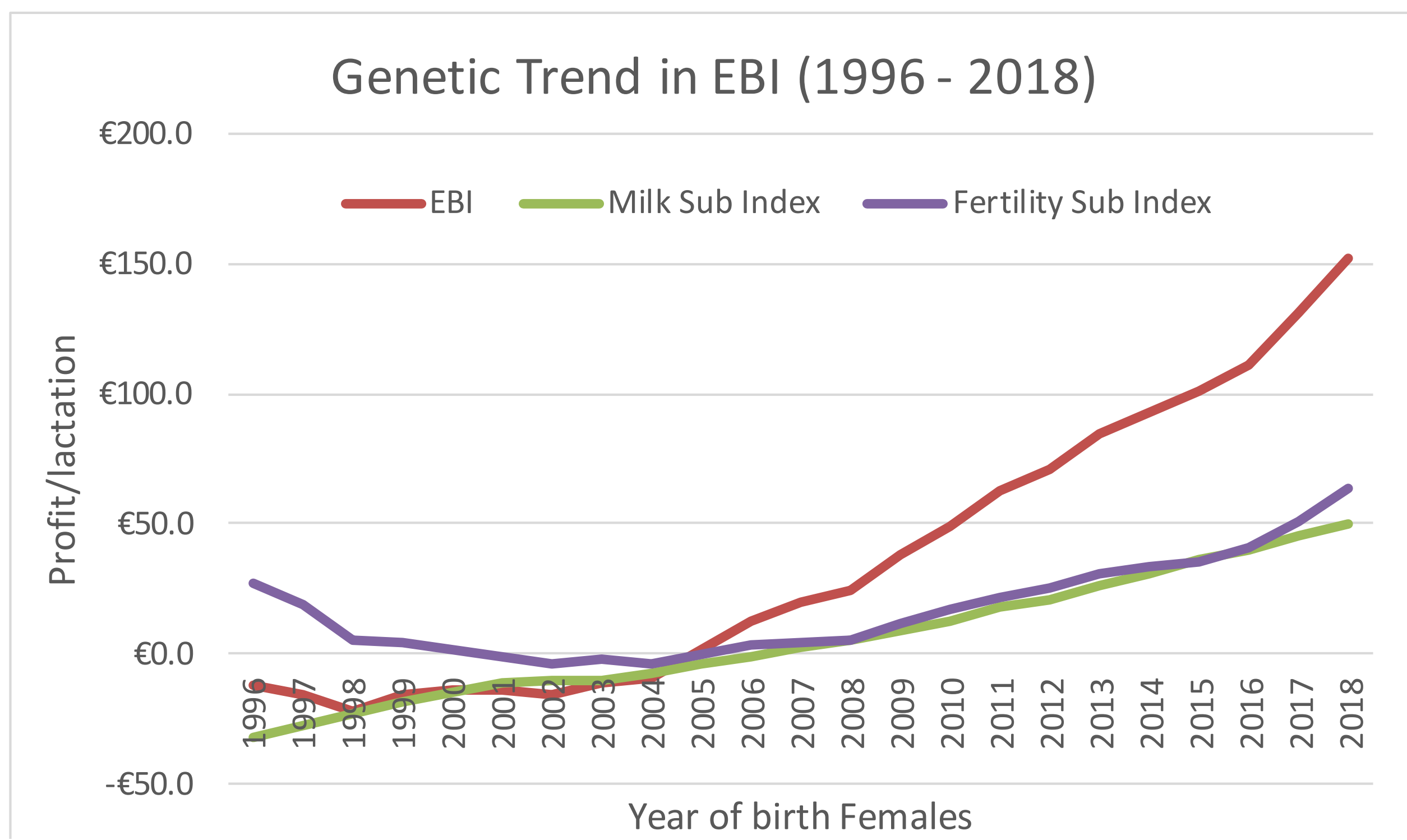
прирост продуктивности

€683 млн.

совокупный прирост по индустрии

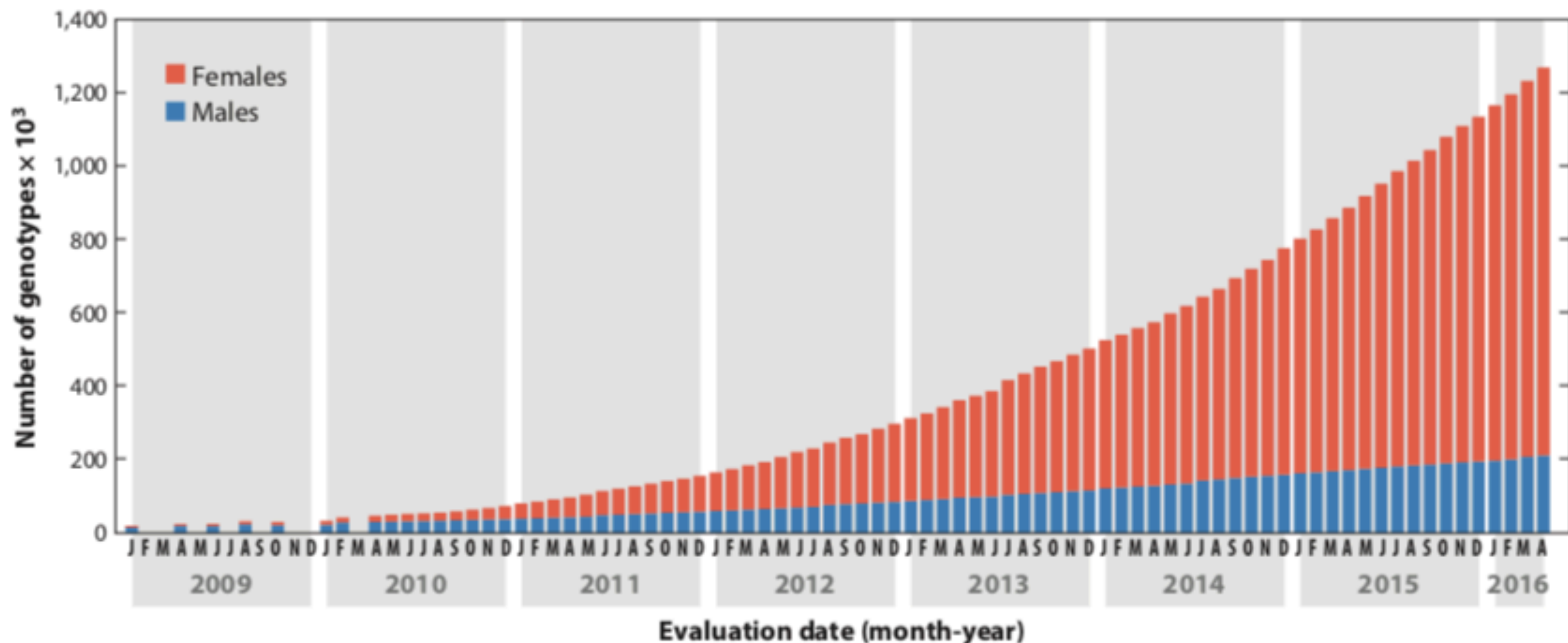
Rate of genetic gain in EBI (€/lact) for dairy females born in Ireland between 1996-2018

ROI 10:1





# Пример США



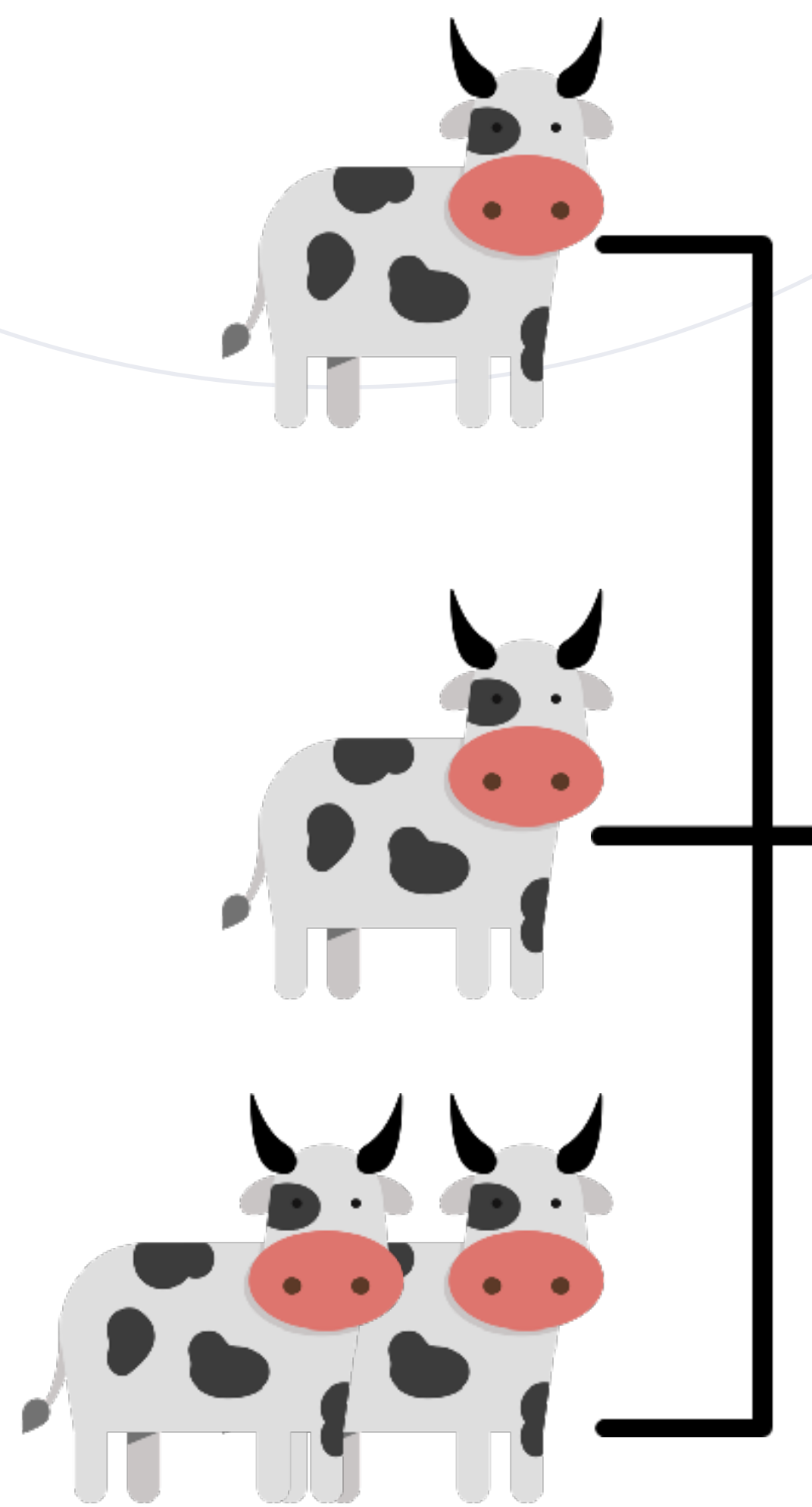
Генотипируется по 400 тысяч животных в год

Улучшение точности предсказания по геному по сравнению с предсказанием по предкам

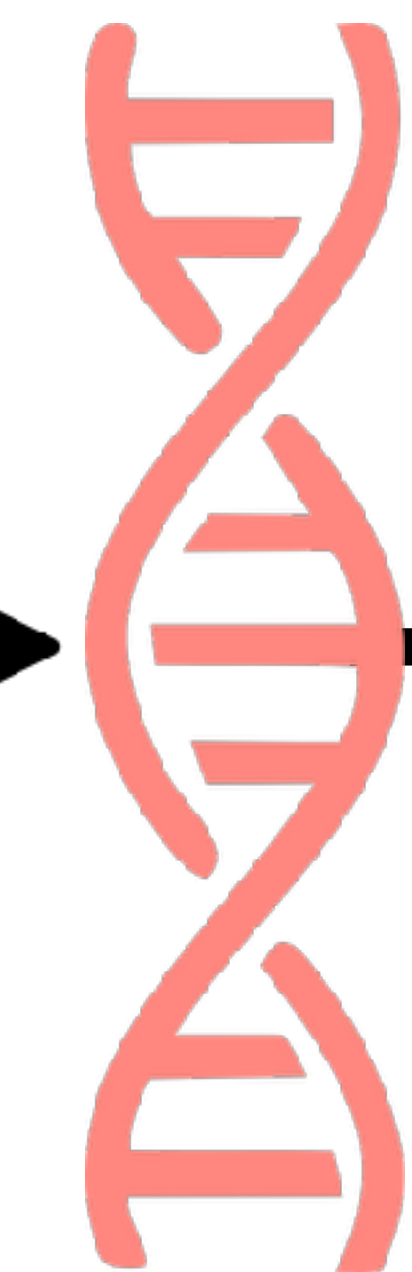
Trait	August 2011 reliability (%)		
	Parent average	Genomic evaluation	Gain <sup>b</sup>
Milk (kg)	38.5	72.5	34.0
Fat (kg)	38.5	72.2	33.8
Protein (kg)	38.4	63.3	24.9
Fat (%)	38.5	96.9	58.5
Protein (%)	38.4	87.4	49.0
Productive life (months)	32.7	66.5	33.8
Somatic cell score	35.3	71.5	36.2

# Как это внедрять

На примере **KSITEST**



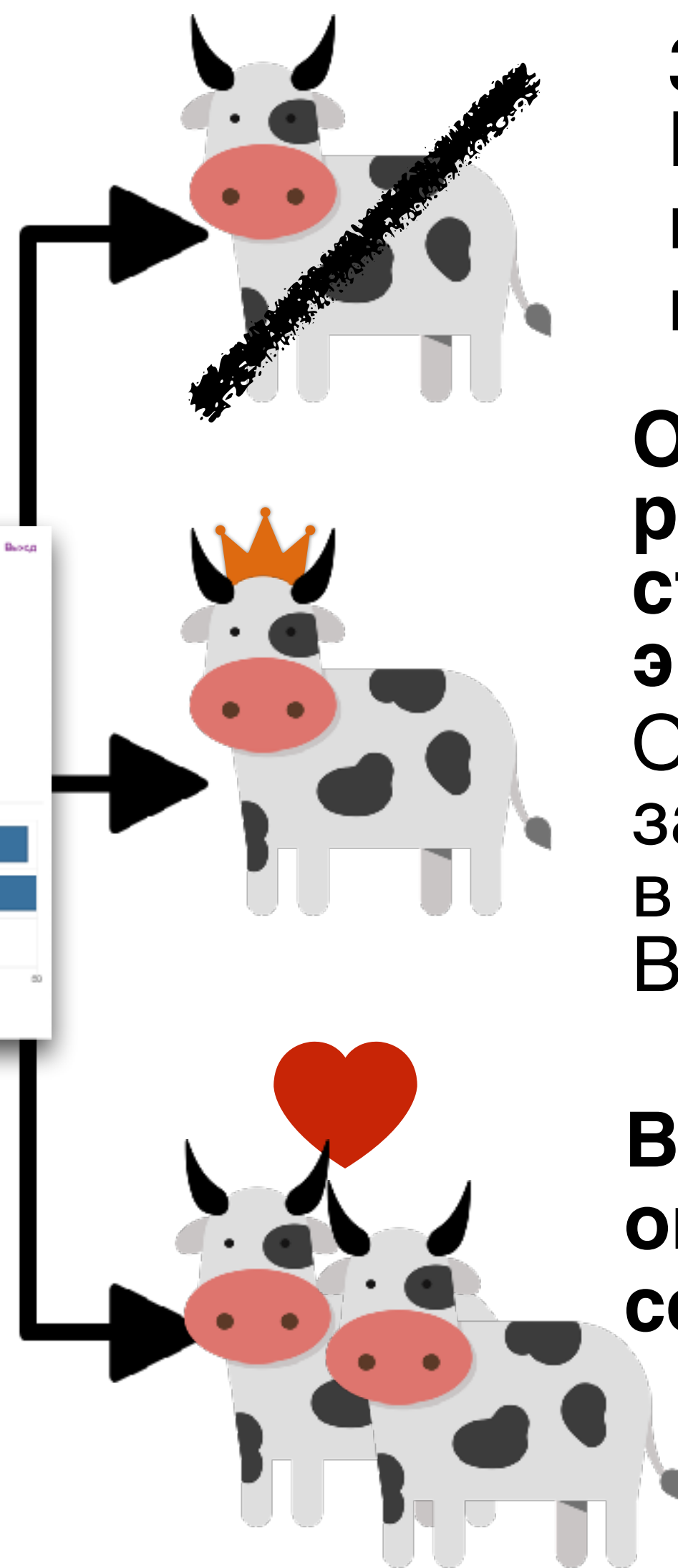
**Сбор фенотипов из Селэкса**



**Получение генотипов**



**Получение геномных оценок**



**Забой**  
При наличии патогенных мутаций

**Отбор в ремонтное стадо, эмбриотрансфер**  
Отсутствие ген. заболеваний, высокий индекс BLUP, A2

**Выбор оптимального семени**

# Потенциальные проблемы в России

## Проблема

Нет единой референтной базы молочных КРС

## Что делать

Договориться о создании (ведем переговоры с АО Кубань, Мираторгом и Сколтехом)

Фенотипы в агрохолдингах часто недостоверны

1. Автоматическая интеграция с техникой Afimilk, GEA Farm Technologies, deLaval, VouMatic
2. Составление методик и внедрение правильного сбора фенотипов в холдингах-клиентах
3. Разработка мобильного приложения для быстрого и безошибочного сбора фенотипов

Стоимость генотипирования

1. Падение стоимости чипов Illumina и Affimetrix
2. Чем больше объемы, тем дешевле

# Кто уже внедряет геномную селекцию в России (по моим данным)



**МИРАТОРГ**



+ несколько регионов

Программа	Источник финанс.	Объем, руб
ФНТП по повышению генетического потенциала молочного КРС	Минсельхоз	5 млрд до 2025 года
ФНТП развития генетических технологий	Федеральный бюджет	111,5 млрд, в т.ч. 8,1 млрд в 2019-м и 13,6 млрд в 2020-м

# Перспективы развития геномной селекции и диагностики



## Сексированное семя

- Эффект геномной селекции достигается за счет изменения параметра интенсивности отбора
- Использование сексированного семени ускоряет генетический прогресс по молочной продуктивности (то есть среднее увеличение удоя за год между поколениями) с 38,5 кг/год до 105,6 кг/год
- Сексированное семя в сочетании с геномным отбором ускоряет прогресс еще больше — до 184,8 кг/год.

## Low coverage sequencing

- Альтернативный, потенциально более дешевый способ генотипирования
- Основан на технологии NGS-секвенирования со сверхнизким покрытием генома + импутация



# Перспективы развития геномной селекции и диагностики



## Клонирование

- Смысл — копирование генома самых успешных животных
- Теоретически это решение всех проблем
- Проблемы на практике: очень дорого, очень ненадежно (до рождения доживают около 15% эмбрионов)



# Перспективы развития геномной селекции и диагностики



## Генетическое редактирование

- Технологии CRISPR-Cas9, цинковые пальцы, цитозиновый редактор, адениновый редактор
- Успехи: увеличение мышечной массы, внедрение комолости, увеличение продуктивности
- Проблемы: множество побочных редактирований
- Статус с большинстве стран неопределен (хотя надежд больше, чем для классического ГМО)

**Livestock 2.0 – genome editing for fitter, healthier, and more productive farmed animals**

Trait	Species	Genome-editing target
Increased muscle growth (double-muscle phenotype)	Cow	Myostatin (GDF8)
	Sheep	Myostatin (GDF8)
	Goat	Myostatin (GDF8)
	Channel Catfish	Myostatin (GDF8)
	Pig	Myostatin (GDF8)
Hornlessness (Polled)	Cow	Pc POLLED
Boretaint (Hormone release during sexual maturity leading to undesired meat taste)	Pig	KISS1R
Sterility	Salmon	Dead end protein (dnd)
Sterility/surrogate hosts	Pig	Nanos2
	Chicken	DDX4 (Vasa)
PRRSV resistance	Pig	CD163
ASFV resilience	Pig	RELA
<i>Mannheimia (Pasteurella) haemolytica</i> resilience	Cow	CD18
Bovine tuberculosis resilience	Cow	NRAMP1

# KSITEST

## Расскажем про инновации, внедрим геномную селекцию



**Пеков Юрий Алексеевич**

Исполнительный директор, сооснователь

+7 929 979 64 71

[y@ksivalue.com](mailto:y@ksivalue.com)

[ksitest.ru](http://ksitest.ru)