

Обзор

Индекс Net merit (NM\$) ранжирует молочных животных на основе их совокупной генетической ценности по экономически важным признакам (Cole et al., 2021). Индексы периодически обновляются, например, при изменении генетической базы, чтобы отразить цены, ожидаемые в ближайшие несколько лет. Это обновление пересматривает некоторые методы оценки значений признаков и многие переменные дохода и затрат, такие как цены на молоко, потребности в кормах и репродуктивные возможности, но пока не включает генетическую оценку потенциальных новых признаков. Отбор по индексу - лучший способ улучшить качество коров и получить прибыль в каждом поколении.

Индекс объединяет экономические показатели по 12 отдельным признакам и 5 составным субиндексам. Способность коров к отелу (CA\$) объединяет 4 фактора, влияющих на легкость отела и мертворождаемость, а показатель здоровья (HTH\$) объединяет 6 признаков устойчивости коров к болезням. Характеристики телосложения (типа) включены в сводный индекс вымени (UDC), сводный индекс конечностей (FLC) и сводный индекс массы тела (BWC). Индексы CA\$ и HTH\$ субиндексы не публикуются напрямую и доступны только для некоторых пород. Показатель экономии корма (FSAV) сочетает в себе показатель BWC и показатель остаточного потребления корма (RFI), который измеряет разницу между фактическим и ожидаемым потреблением корма. Относительные экономические показатели для BWC и RFI представлены отдельно, поскольку BWC доступен для всех пород, в то время как FSAV доступен только для голштинской породы.

В индексе NM\$ за 2025 год больше внимания уделяется молочному жиру и меньше - белку, чем в индексе 2021 года, из-за последних ценовых тенденций. Жизнестойкости коров и жизнестойкости телок уделяется больше внимания и меньше внимания обращают на продуктивную жизнь из-за высокого уровня выбраковки коров и цены на телок. BWC получает больше негативного внимания из-за больших затрат на техническое обслуживание, рассчитанных на основе фактических данных о потреблении корма, а RFI получает больше внимания из-за более высокой надежности (REL) и стандартного отклонения ПТА, полученных из большего количества записей о потреблении корма. Акцент -11% на BWC и -6,8% на RFI составляют в совокупности акцент +17.8% на FSAV. Изменение репродуктивных возможностей повлияло на относительный уровень фертильности: коэффициент стельности у дочерей (DPR), коэффициент оплодотворения у коров (CCR), коэффициент оплодотворения у телок (HCR) и ранний первый отел (EFC).

Индексы NM\$ на 2025 и 2021 годы коррелируют на 0,992 для молодых быков голштинской породы и на 0,981 для недавно получивших потомство бычков.

Обновленные экономические показатели

В апреле 2025 года будут введены новые экономические значения для каждой единицы прогнозируемой передающей способности (ПТА) и относительной экономической значимости признаков для NM\$, индекса для производства сыров (CM\$), качества молока (FM\$) и пастбищных качеств (GM\$). С 2021 года относительный акцент рассчитывается с использованием SD от ПТА, тогда как относительное значение рассчитывается с использованием SD истинной пропускной способности (ТТА).

Значения SD от ТТА были в основном получены на основе оценок SD от Interbull за август 2024 года. Относительное значение показывает, какие признаки являются наиболее важными, и потенциальный вклад каждого признака в прогресс NM\$, в то время как относительный акцент показывает, какой вклад вносят признаки в текущий рейтинг, учитывая их ограниченные данные и надежность прогнозирования (REL) (Zhang and Amer, 2021).

Это различие не влияет на экономические показатели или ранжирование и мало влияет на заявленную значимость, поскольку большинство признаков имеют схожие значения, но относительное значение -14,2% для RFI было эквивалентно только -6,8% относительной значимости, поскольку FSAV и RFI имеют более низкий REL, чем большинство других признаков. Приведенный ниже относительный показатель был рассчитан с использованием РТА SD для молодых быков голштинской породы, родившихся в 2024 году: у быков, прошедших тестирование на потомство, и у коров старшего возраста этот показатель отличается из-за эффектов отбора, интервалов между поколениями и фенотипов, доступных для выбранных признаков.

Признаки и составные части указаны в том историческом порядке, в котором они были включены в NM\$:

| Признак | Единица | SD | Значение (\$/РТА) | | | | Относительный акцент (%) | | | |
|---------|-------------|--------|-------------------|-------|-------|-------|--------------------------|------|-------|------|
| | | | NM\$ | FM\$ | CM\$ | GM\$ | NM\$ | FM\$ | CM\$ | GM\$ |
| Молоко | Фунты | 566.88 | 0.022 | 1.122 | -0.02 | 0.022 | 3.2 | 17.6 | -2.7 | 3 |
| Жир | Фунты | 24.88 | 5.01 | 5.01 | 5.01 | 5.11 | 31.8 | 31.7 | 30 | 30.3 |
| Белок | Фунты | 15.27 | 3.33 | 0 | 4.73 | 3.39 | 13 | 0 | 17.4 | 12.3 |
| PL | Месяцы | 1.70 | 30 | 30 | 30 | 17 | 13 | 13 | 12.3 | 6.9 |
| SCS | Логарифм | 0.14 | -74 | -42 | -95 | -75 | -2.6 | -1.5 | -3.2 | -2.5 |
| BWS | Композитный | 0.76 | -57 | -57 | -57 | -72 | -11 | -11 | -10.4 | -13 |
| UDC | Композитный | 0.65 | 8 | 8 | 8 | 10 | 1.3 | 1.3 | 1.3 | 1.5 |
| FLC | Композитный | 0.53 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0.4 | 0.4 | 0.4 | 0.4 |
| DPR | Проценты | 1.37 | 6 | 6 | 6 | 17.3 | 2.1 | 2.1 | 2 | 5.6 |
| CA\$ | Доллары | 13.1 | 1 | 1 | 1 | 1.1 | 3.3 | 3.3 | 3.2 | 3.4 |
| HCR | Проценты | 1.27 | 1.5 | 1.5 | 1.5 | 3 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.9 |
| CCR | Проценты | 1.63 | 4.3 | 4.3 | 4.3 | 13.3 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 5.2 |
| LIV | Проценты | 1.62 | 14.3 | 14.3 | 14.3 | 11.4 | 5.9 | 5.9 | 5.6 | 4.4 |
| HTH\$ | Доллары | 5.9 | 1 | 1 | 1 | 1.1 | 1.5 | 1.5 | 1.4 | 1.5 |
| RFI | Фунты | 76 | -0.35 | -0.35 | -0.35 | -0.42 | -6.8 | -6.8 | -6.4 | -7.6 |
| EFC | Дни | 2.05 | 2 | 2 | 2 | 1.7 | 1 | 1 | 1 | 0.8 |
| HLIV | Проценты | 0.36 | 8.2 | 8.2 | 8.2 | 6.6 | 0.8 | 0.7 | 0.7 | 0.6 |

Средние значения ТТА для NM\$, CM\$ и FM\$ оцениваются в 228 долларов, что примерно соответствует показателям 2021 года в 234 доллара, поскольку более высокие затраты на корма компенсируют более высокие цены на молоко. Показатель SD для GM\$ был бы больше из-за более длительного содержания в пастбищных стадах, за исключением того, что разница в удоях в таких стадах часто уменьшается. Экономические значения в GM\$ масштабируются таким образом, чтобы SD соответствовал другим показателям.

Экономическая ценность — это добавленная прибыль, получаемая при изменении данного признака на 1 единицу, а все остальные показатели в индексе остаются неизменными. Например, экономическая ценность белка определяется путем сохранения неизменными количества молока и жира в килограммах и анализа роста цены, когда молоко содержит дополнительный фунт белка. Генетическая ценность каждого признака, имеющего экономическую ценность, в идеале должна быть предсказана как с помощью прямых, так и

косвенных показателей. В настоящее время для определения экстерьера, фертильности и PL с группами признаков LIV используются методы множественных признаков. Экономическая ценность признака может измениться, когда в индекс добавляются другие коррелирующие признаки.

Отбор животных в качестве родителей следующего поколения является наиболее точным, когда в индекс включены все признаки, имеющие экономическую ценность. Отбор по некоторым признакам, определяющим эффективность, долговечность или устойчивость к болезням, может иметь дополнительные преимущества для потребителей, но в экономической математике учитываются только прямые выгоды для получения прибыли от стада.

Относительные значения для каждого признака, выраженные в процентах от общего значения отбора, получены путем умножения экономической ценности на SD для ТТА, а затем деления каждого отдельного значения на сумму абсолютных значений. Значения SD для разных пород немного различаются и устанавливаются равными 0 для признаков, не оцененных для отдельных пород. Экономические показатели получены с использованием средних значений признаков для голштинской породы, а для других пород предполагается, что отсутствующие признаки, такие как RFI, равны 0. Это увеличивает относительную ценность других пород. Это увеличивает относительные значения других признаков для этих пород, поскольку в сумме они достигают 100%. Ниже представлены относительные экономические значения признаков NM\$ для каждой породы с использованием подмножества признаков и генетических показателей, специфичных для оценки породы:

| Признак | Айрширская | Буряя швицакая | Гернзейская | Голштинская | Джерсейская | Шортгорнская |
|---------|------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Молоко | 3.7 | 3.3 | 3.6 | 2.9 | 3.4 | 3.7 |
| Жир | 30.2 | 26.9 | 28.2 | 24.7 | 29.9 | 30.2 |
| Белок | 15.2 | 14.3 | 14.4 | 11.4 | 15.2 | 15.2 |
| PL | 16.9 | 18 | 17.5 | 12.3 | 15.8 | 16.9 |
| SCS | -3.6 | -3.3 | -3.3 | -2.6 | -2.6 | -3.6 |
| BWS | -14.4 | -13 | -15.3 | -11.2 | -13 | -14.4 |
| UDC | 2 | 1.3 | 1.1 | 1.2 | 1 | 2 |
| FLC | 0.6 | 0.5 | 0.6 | 0.5 | 0.5 | 0.6 |
| DPR | 3.5 | 3.4 | 3.4 | 2.6 | 3.6 | 3.5 |
| CA\$ | 0 | 2 | 0 | 3.3 | 0 | 0 |
| HCR | 0.9 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.9 | 0.9 |
| CCR | 2.7 | 2.8 | 3 | 2.3 | 2.8 | 2.7 |
| LIV | 5.1 | 6.6 | 7.6 | 5.9 | 6 | 5.1 |
| HTH\$ | 0 | 2.5 | 0 | 2 | 2.5 | 0 |
| RFI | 0 | 0 | 0 | -14.2 | 0 | 0 |
| EFC | 1.2 | 1.2 | 1.1 | 1 | 1.3 | 1.2 |
| HLIV | 0 | 0 | 0 | 1.2 | 1.5 | 0 |

Расчет NM\$

Расчет NM\$ и его реального значения можно увидеть на следующем примере голштинской породы:

| Признак | Пример РТА | Пример Rel (%) |
|---------|-------------|----------------|
| Молоко | +2.073 | 96 |
| Жир | +114 | 96 |
| Белок | +70 | 96 |
| PL | +5.1 | 83 |
| SCS | 2.90(-3.00) | 90 |

| | | |
|-------|-------|----|
| BWS | -1.49 | 95 |
| UDC | +0.76 | 95 |
| FLC | +0.58 | 93 |
| DPR | -0.1 | 79 |
| CA\$ | +27 | 93 |
| HCR | +0.7 | 82 |
| CCR | +1.4 | 78 |
| LIV | +0.9 | 74 |
| HTH\$ | +11 | 61 |
| RFI | +21 | 20 |
| EFC | +4.4 | 72 |
| HLIV | +1.1 | 55 |

Значения РТА для каждого признака умножаются на соответствующее экономическое значение, а затем суммируются. Для голштинской породы BWC и RFI уже объединены в FSAV с использованием математического и экономического значений в разделе "Сохраненные корма". Для примера, у быка показатель FSAV равен 205 с относительной вероятностью 47%. Значение, равное 3, должно быть вычтено из показателя РТА для SCS, который изначально был фенотипическим средним значением SCS и до сих пор используется в качестве базового для всех пород. После этого вычитания и объединения всех признаков, NM\$ для быка в этом примере составляет 1171 доллар, FM\$ - 1143 доллара, CM\$ - 1185 долларов, а GM\$ - 1168 долларов, при относительном значении NM\$ = 84%.

Расчет NM\$ также может быть выражен в матричной форме:

$$NM\$ = a'u,$$

где вектор **a** содержит экономическую ценность каждого признака, а вектор **u** содержит РТА каждого признака. Из соответствующего элемента **u** вычитается среднее значение 3,00 для SCS.

Результат NM\$ вычисляется с использованием матричной алгебры на основе относительной величины каждого признака и генетических корреляций между признаками. NM\$ REL — это дисперсия прогнозируемого NM\$, деленная на дисперсию истинного NM\$:

$$REL\ NM\$ = r'Gr/v'Gv$$

где **r** содержит относительные экономические значения, умноженные на квадратный корень из REL для каждого родительского признака, **G** содержит генетические корреляции между признаками, а **v** содержит относительные экономические значения для признаков. Для примера быка значение REL равно 85%. Это меньше, чем относительный показатель в 91%, указанный в формуле NM\$ 2018, поскольку FSAV имеет высокую ценность, но более низкий результат, чем ранее выбранные признаки.

Параметры признаков

Генетические корреляции между всеми признаками и их сочетаниями были оценены на основе корреляций между РТА голштинских быков с высокой относительной вероятностью, поскольку ограниченные оценки максимального правдоподобия были доступны не для всех признаков. Генетические и фенотипические корреляции для каждого из 24 родительских признаков и композитов представлены в дополнительной таблице <https://www.ars.usda.gov/arsuserfiles/80420530/publications/arr/NMcorrelations2025.txt>

Ожидаемый генетический прогресс

Корреляции РТА для каждого признака с NM\$, FM\$, CM\$ и GM\$ были получены от молодых самок голштинской породы, родившихся в 2023 году. Ожидаемый прогресс в отношении РТА был получен как соотношение РТА с NM\$, умноженное на РТА SD, умноженное на 0.35, что является ожидаемой годовой тенденцией в отношении SD в NM\$. РТА SD, как правило, ниже, чем ТТА SD, из-за селекции и из-за того, что REL меньше 1. Генетическая тенденция (изменение племенной ценности) в два раза превышает ожидаемый прогресс РТА. Таким образом, умножение ежегодного прироста РТА на 20 дает ожидаемый генетический прогресс за десятилетие.

Ожидаемые корреляции каждого признака с 4 индексами и прогресс в фактических единицах измерения, ожидаемые от отбора по NM\$, следующие:

| Признак РТА | NM\$ | FM\$ | CM\$ | GM\$ | NM\$ РТА Изменение/год | NM\$ Племен. ценность Изменение/10 лет |
|-------------|--------|--------|--------|--------|---------------------------|---|
| Молоко | 0.387 | 0.484 | 0.346 | 0.289 | 76.856 | 1.537.127 |
| Жир | 0.784 | 0.747 | 0.791 | 0.61 | 6.827 | 136.548 |
| Белок | 0.668 | 0.667 | 0.662 | 0.512 | 3.569 | 71.37 |
| PL | 0.65 | 0.635 | 0.652 | 0.51 | 0.387 | 7.734 |
| SCS | -0.253 | -0.22 | -0.268 | -0.183 | -0.012 | -0.248 |
| BWS | -0.432 | -0.464 | -0.414 | -0.369 | -0.115 | -2.297 |
| UDC | 0.086 | 0.077 | 0.089 | 0.058 | 0.019 | 0.389 |
| FLC | -0.09 | -0.11 | -0.081 | -0.077 | -0.017 | -0.333 |
| DPR | -0.021 | -0.05 | -0.008 | 0.04 | -0.01 | -0.198 |
| CA\$ | 0.459 | 0.449 | 0.459 | 0.376 | 2.104 | 42.073 |
| HCR | 0.262 | 0.263 | 0.259 | 0.242 | 0.116 | 2.327 |
| CCR | 0.19 | 0.165 | 0.198 | 0.208 | 0.108 | 2.163 |
| LIV | 0.348 | 0.326 | 0.354 | 0.274 | 0.197 | 3.942 |
| GL | -0.191 | -0.189 | -0.19 | -0.151 | -0.074 | -1.47 |
| HTH\$ | 0.438 | 0.402 | 0.451 | 0.338 | 0.905 | 18.106 |
| RFI | -0.183 | -0.192 | -0.178 | -0.163 | -4.862 | -97.247 |
| MFEV | 0.124 | 0.117 | 0.125 | 0.091 | 0.004 | 0.078 |
| DA | 0.327 | 0.318 | 0.328 | 0.248 | 0.034 | 0.686 |
| KETO | 0.244 | 0.213 | 0.254 | 0.183 | 0.049 | 0.972 |
| MAST | 0.225 | 0.181 | 0.243 | 0.166 | 0.094 | 1.889 |
| MET | 0.44 | 0.421 | 0.444 | 0.353 | 0.085 | 1.695 |
| RETP | 0.05 | 0.043 | 0.053 | 0.041 | 0.004 | 0.084 |
| EFC | 0.412 | 0.42 | 0.405 | 0.337 | 0.295 | 5.909 |
| HLIV | 0.141 | 0.153 | 0.136 | 0.1 | 0.018 | 0.395 |

Расчет экономических показателей

Ниже приведены цены, математические расчеты и допущения, используемые при расчете экономических показателей для FSAV, HLIV, EFC, показателей здоровья, фертильности, удоя, SCS, PL и LIV, а также показатели типа. Экономические значения для большинства признаков в CM\$, FM\$ и GM\$ такие же, как и в NM\$. Основными различиями в экономической ценности выпаса скота и содержания его в замкнутом стаде являются: в 2,5 выше фертильность для поддержания сезонного отела, на 15% меньше продуктивность за лактацию, но на 50% больше лактаций, на 25% меньше падеж и на 25% меньше заболеваемость маститом (Gay et al, 2014).

С 1994 года NM\$ вычитает ожидаемые затраты на корма, связанные с получением молока, жира и белка, а с 2000 года также вычитаются ожидаемые затраты на корма, связанные с BWC. С 2021 года для оценки затрат на корма также используются фактические данные о потреблении корма, а не только ожидаемые данные о потреблении корма, основанные на взаимосвязанных признаках. Вычитание для расчета чистой стоимости вместо валовой доход был основной причиной использования слова “net” в NM\$. Оценка FSAV включает экономическую ценность показателя общей массы тела коровы (BWC), а также данные о фактическом потреблении корма в течение более чем 11 000 лактаций у более чем 8 000 коров голштинской породы в исследовательских стадах США и Канады. Большинство исследуемых коров обладают высокими генетическими качествами, продуктивностью и рационами питания, сравнимыми с коровами на успешных коммерческих фермах в тех же регионах.

Оценки RFI (разницы между фактическим и ожидаемым потреблением) выражаются в фунтах потребляемого сухого вещества (DMI) за лактацию и рассчитываются с использованием методов, описанных в работе Li et al., 2020. Сокращение затрат из-за меньшего фактического, чем ожидалось, потребления и тех, которые связаны с более низким BWC, объединены для голштинского скота в FSAV с положительными благоприятными значениями. PTA и REL для FSAV рассчитываются на апрель 2025 года следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{PTA FSAV} &= -1(\text{PTA RFI}) - 162.7(\text{PTA BWC}); \\ \text{REL FSAV} &= 0.617(\text{REL RFI}) + 0.383(\text{REL BWC}). \end{aligned}$$

PTA для BWC вносят больший вклад, чем RFI в FSAV, поскольку они имеют более высокий REL, а корреляции с FSAV составляют $-0,85$ для BWC и $-0,52$ для RFI. Для других пород NM\$ продолжает включать затраты на BWC, но не RFI или FSAV, пока данные о кормах для этих пород не станут доступны.

Содержание

Крупные коровы и быки были фаворитами у молочных скотоводов в течение многих лет, но многие исследования пришли к выводу, что размер коровы должен иметь отрицательное значение в индексе, поскольку доход от молока уже учитывался, а расходы на корм — нет. Расходы на корм являются самой большой стоимостью производства молока и теперь, как предполагается, составляют в среднем 39% от стоимости дополнительной продукции плюс 19% на содержание коровы, что в общей сложности составляет 58% от дохода от произведенного молока. Оба процента больше, чем предполагалось ранее. Высокопродуктивные коровы используют меньший процент корма для содержания и, таким образом, часто более прибыльны.

Доходы и расходы, назначенные BWC, как определено в разделе о признаках типа, включают стоимость дополнительного корма, потребляемого более тяжелыми коровами для поддержания тела, предельные затраты на выращивание более крупных ремонтных животных (0,85 долл. США/фунт), затраты на рост от ремонта до зрелого веса (0,56 долл. США/фунт), дополнительный доход от быков от более тяжелых выбракованных коров (0,90 долл. США/фунт), доход от более тяжелого веса телят (0,06 фунта/фунт веса коровы) и возросшие расходы на содержание более крупных коров (0,04 долл. США/фунт веса коровы/лактация).

Содержание является основными расходами, поскольку доход от выбракованных коров компенсирует большую часть затрат на рост телок. Цены на мясной скот высоки и, похоже, в последнее время имеют крутой 5-летний цикл.

Расходы на поддержание были оценены на основе 8513 лактаций 6621 подопытной коровы путем регрессии DMI кг/день на фенотипический метаболический вес коровы (MBW) или геномный BWC коровы или ее отца. Фенотипическая регрессия на MBW дала 0,108 кг DMI/кг BW0,75/день, геномная регрессия коровы на BWC дала 0,275 кг DMI/день, а геномная регрессия отца на BWC дала 0,126 кг DMI/день, что составило примерно половину регрессии на предполагаемую племенную ценность коровы, как и ожидалось. Фенотипическая регрессия была умножена на 365 и разделена на 6,67 для преобразования суточного потребления в годовое, а MBW в BW. Геномные регрессии были умножены на 365 и разделены на 17,28 для преобразования BWC в BW; геномная регрессия отца была дополнительно умножена на 2, что дало оценки 5,8 и 5,3 фунтов DMI/лактация, что согласуется с оценкой 5,9 из регрессии на фенотипическую массу тела коровы. Окончательная оценка 5,5 фунтов DMI/лактация используется в NM\$.

Оценки поддержания лактации и их стандартные ошибки, основанные на данных Совета по молочному скотоводству (Боуи, Мэриленд), суммированы:

| Оценка | Техническое обслуживание в год (фунты DMI/фунт BW) | Стандартная ошибка |
|--------------------------|---|-----------------------|
| Фенотипическая регрессия | 5.9 | ±0.14 |
| Геномная регрессия | 5.8 | ±0.31 |
| Геномная регрессия отца | 5.3 | ±0.55 |
| Новое значение в NM\$ | 5.5 | |

5,5 фунтов DMI/лактация, умноженные на 35 фунтов BW/единица BWC, преобразуются в 162,7 фунтов DMI/1 балл BWC. Другие пожизненные доходы и расходы преобразуются в -2,7 фунтов DMI/1 балл BWC, что составляет 160. Экономическая стоимость в NM\$ составляет $160 \times (2,70 \text{ лактация}) \times (\$0,13/\text{фунтов DMI}) = -\57 . Прямой отборочный акцент в NM\$ теперь составляет 11,1% по отношению к BWC, который включен в FSAV для голштинского скота.

Стоимость корма для компонентов продуктивности

Потребление корма, связанное с каждым компонентом молока, также было изучено на основе данных по исследованию стада в США (Toghiani et al., 2024). Несколько методов оценки стоимости корма для компонентов молока дали разные значения, особенно для выхода жира. Геномные регрессии использовали 305-дневные надои в фунтах для прогнозирования ежедневного DMI в кг и были умножены на 305 и 2,2 для соответствия единицам. Геномные регрессии отцов были дополнительно умножены на 2, поскольку отцы вносили только половину генов. Предельные затраты на корм использовали стоимость DMI в размере 0,13 долл. США за фунт, тогда как стоимость NM\$ 2021 рассчитывалась с использованием 0,11 долл. США. Стоимость корма, используемая в программе Dairy Margin Coverage, в среднем составляла около 10 долл. США за центнер в 2019–2021 гг., но увеличилась до 13 долл. США за центнер в 2022–2024 гг.

Ниже сравниваются корма, необходимые для получения молока, жира и белка в результате фенотипических и генетических регрессий, а также общая стоимость потребленного корма для производства дополнительных 100 фунтов стандартизированного молока с содержанием жира 3,5% и белка 3,0%:



ИНТЕРГЕН

торговый дом

| Метод | Предельная стоимость корма (\$)/100 фунтов стандартизированного молока | DMI (фунты), необходимые на единицу выходного компонента | | | | | |
|---|--|--|---------------------------|-------|------------------------|-------|--------------------------|
| | | Молоко | Молоко Стандартная ошибка | Жир | Жир Стандартная ошибка | Белок | Белок Стандартная ошибка |
| Фенотипическая регрессия | 3.45 | 0.014 | ±0.006 | 3.06 | ±0.01 | 4.79 | ±0.25 |
| Геномная регрессия | 8.98 | 0.080 | ±0.03 | 11.30 | ±0.47 | 9.35 | ±0.87 |
| Геномная регрессия отца x 2 | 6.06 | 0.048 | ±0.04 | 6.73 | ±0.94 | 4.98 | ±1.75 |
| NM\$ 2021 | 5.23 | 0.120 | ... | 5.00 | ... | 6.00 | ... |
| NM\$ 2025 | 7.48 | 0.100 | ... | 8.00 | ... | 6.50 | ... |
| Теоретический (Дадо и др., 1994 г.) | 6.65 | 0.112 | ... | 4.42 | ... | 8.17 | ... |
| ЕСМ1 (Национальный исследовательский совет, 2001) | 4.89 | 0.122 | ... | 4.82 | ... | 2.85 | ... |

¹Молоко с энергетической коррекцией

Фенотипически, для производства белка требовалось больше корма, чем для производства жира. Общая стоимость корма из фенотипических регрессий составила всего \$3,45/100 фунтов стандартизированного молока, что кажется слишком низкой по сравнению с доходом от молока в \$19,00. Низкая оценка фенотипической регрессии DMI по выходу собственного жира коровы, вероятно, была связана с тем, что модель учитывала изменение массы тела коровы, но не ее состава тела во время испытания кормления.

Генетически, использование геномных оценок коровы для прогнозирования фенотипического потребления корма коровой дало противоположный результат, с большим количеством корма, требуемым для производства жира, чем для производства белка, и гораздо более высокой общей стоимостью корма. Эти коэффициенты регрессии согласуются с соотношением жира к белку, предполагаемым в ЕСМ, но с гораздо меньшим потреблением корма, оцененным для молока (лактозы), чем в ЕСМ.

Почти все остальные страны предполагали, что затраты на корма для каждого компонента пропорциональны ЕСМ (Питер Амер, Abacusbio, Новая Зеландия, личное сообщение, 2020 г.), но теперь доступны более подробные оценки и методы оценки. Небольшие стандартные ошибки указывают на то, что фенотипические и геномные регрессии действительно различаются, и необходимы биологические объяснения. Хотя RFI можно определить как независимый от удоя и массы тела с использованием фенотипических или генетических регрессий, генетические регрессии следует использовать для объединения генетических оценок (Tempelman and Lu, 2020 г.).

При необходимости РТА для общего DMI/лактация может быть спрогнозирована как $0,10 \times (РТА \text{ молоко}) + 8 \times (РТА \text{ жир}) + 6,5 \times (РТА \text{ белок}) - FSAV$ для объединения потребления корма, связанного с надоем, BWC и RFI. Выражение FSAV в фунтах вместо долларов делает РТА более стабильными независимо от цен и более похожими на признаки надоя, выраженные в фунтах за лактацию. Расходы на корма, связанные с молоком, жиром и белком, не включены в FSAV, а напрямую вычитаются из экономических значений признаков продуктивности для получения чистой прибыли, как и во всех предыдущих формулах NM\$.



Геномные оценки для HLIV были разработаны Нейпаном и др. (2021) и внедрены в декабре 2020 года. РТА HLIV выражаются в процентных пунктах дополнительных выживших телят, и положительные РТА являются благоприятными. Повышение выживаемости телок может иметь большие экономические выгоды, поскольку выращивание ремонтных телок является основной статьей расходов на молочных фермах. Смертность также влияет на интенсивность отбора стада, что в конечном итоге снизит генетический прирост.

Стоимость телок предполагалась в среднем \$500 в зависимости от возраста, когда происходят потери от смерти телят. Большинство смертей происходит в первые месяцы, но расходы на выращивание также выше в первые месяцы. Текущие предположения составляют \$400 для новорожденных телок и \$1794 при оплодотворении со средней стоимостью потери телок, оцениваемой в \$820, что дает HLIV стоимость \$8,20 за 1%. Дополнительная стоимость может быть обоснована для коррелированных затрат на здоровье телят, для жизнеспособности бычков или для телок, которые умирают после 18-месячного лимита редактирования, но прямые данные по этим затратам недоступны.

Ранний первый отел

Геномные оценки для EFC были разработаны Хатчисоном и др. (2017) и внедрены в 2019 году (Совет по разведению молочного скота, 2019). Признак EFC измеряется в днях с положительными РТА, указывающими на более ранний отел, и имеет SD 2,5 дня. Редакция теперь исключает записи, инициированные абортными, так что телки, которые телились рано, получают кредит только в том случае, если лактация нормальная и пригодна для использования. Основное преимущество EFC заключается в сокращении времени, необходимого для выращивания замены, с затратами, оцениваемыми в 75 долларов США в месяц или 2,50 доллара США в день. Записи о производстве молока стандартизированы по возрасту при отеле, но фактический 305-дневный удой, произведенный в первую лактацию, уменьшается примерно на 5 фунтов в день EFC. Эта потеря надоев молока оценивается в 0,17 долл. США/фунт, но при снижении стоимости корма на 0,08 долл. США/фунт, что дает чистую экономическую ценность в размере 2,50 долл. США – 5 × (0,17 долл. США – 0,08 долл. США) = 2,05 долл. США/фунт для EFC.

Относительный акцент на EFC составляет 1,0% от NM\$. С включением EFC в индекс NM\$ акцент на HCR снизился до 0,6%, поскольку HCR включал косвенную выгоду для EFC, которая теперь заменена прямой выгодой HCR. Две характеристики EFC и HCR имеют умеренную генетическую корреляцию 0,32 для голштинского скота. Другие преимущества, связанные с EFC, — это более продолжительный PL и более высокая фертильность, а значит, и более высокие надои молока за всю жизнь, но с дополнительными мертворождениями. Эти преимущества и издержки уже учтены в NM\$.

Преимущества и издержки EFC нелинейны, особенно в фенотипической шкале, и могут не применяться к разведению и отелу в очень молодом возрасте. Телки часто размножаются при определенном весе, а не возрасте, и высокие РТА для EFC указывают на лучшую фертильность и скорость роста телок, черту, которая пока не измеряется напрямую. Неблагоприятные эффекты на мертворождение и трудности с отелом можно контролировать путем тщательного выбора партнера (Cole et al., 2007), но фермеры и потребители могут предпочесть стратегии управления и отбора, которые улучшают EFC без увеличения мертворождений или трудностей с отелом.

Шесть признаков здоровья, зарегистрированных производителями, оцениваются для голштинской, джерсейской и бурой швейцарской пород: клинический мастит (MAST), кетоз (KETO), задержка плаценты (REPL), метрит (METR), смещение сычуга (DA) и молочная лихорадка (MFEV; гипокальциемия). Коровы с генами, которые поддерживают их здоровье, более прибыльны, чем коровы с заболеваниями, которые требуют дополнительного труда на ферме, ветеринарного лечения и лекарств.

Экономические значения были получены как средние значения двух исследовательских работ плюс дополнительные потери надоев, не полностью учтенные в опубликованных генетических оценках признаков надоев. Прямые затраты на лечение, рабочую силу и выброшенное молоко из-за нарушений здоровья были оценены на основе ответов ветеринаров и производителей в ходе опросов (Liang et al., 2017) и полученных затрат на лечение здоровья от восьми сотрудничающих стад в Миннесоте (Donnelly, 2017; Hazel et al., 2020). Некоторые потери надоев, связанные с состояниями здоровья, не полностью учитываются, когда записи о 305-дневной лактации включают скорректированные дни тестов, которые кодируются как больные или ненормальные. Далее следуют экономические значения, относительные значения и SD TTA для шести признаков здоровья и LIV. Эти затраты были умножены на 1,3, чтобы учесть почти 30% инфляцию с момента оценок 2017 года, и показаны ниже вместе с новыми оценками генетической дисперсии.

Индекс НТН\$ суммирует значения за всю жизнь, полученные путем умножения значений на 2,70, среднее количество лактаций за всю жизнь, а затем умножения на 0,01, поскольку РТА шести показателей здоровья выражены в процентах.

| Признак (случай/лактация, %) | TTA SD | Стоимость (\$/случай) = (прямые затраты + корректировка удоя) * инфляция | Значение (\$/за все время) | Относительное значение (%) | |
|------------------------------------|--------|---|----------------------------------|----------------------------|------|
| | | | | НТН\$ | НМ\$ |
| MFEV | 0.4 | 44 = (38 - 4) * 1.3 | 1.19 | 2.0 | 0.03 |
| DA | 0.6 | 256 = (178 + 19) * 1.3 | 6.91 | 19.3 | 0.29 |
| KETO | 1.6 | 36 = (28 + 0) * 1.3 | 0.97 | 6.7 | 0.10 |
| MAST | 2.9 | 98 = (72 + 3) * 1.3 | 2.65 | 33.1 | 0.50 |
| METR | 1.6 | 146 = (105 + 7) * 1.3 | 3.94 | 28.0 | 0.42 |
| RETP | 1.0 | 88 = (64 + 4) * 1.3 | 2.38 | 10.9 | 0.16 |
| HTS\$ | \$8.50 | | | 100 | 1.5 |

Любые потери надоев, не учтенные РТА, оценивались путем сравнения здоровых и нездоровых коров с и без аномальных корректировок молока, жира и белка в день тестирования Wiggans et al. (2003). Большинство признаков здоровья имели только 2-фунтовые различия для жира и 1-фунтовые различия для белка между скорректированными и нескорректированными надоями лактации. Значение за лактацию составило 1,23 доллара для жира и 1,32 доллара для белка, что привело к добавлению всего около 4 долларов к прямым расходам на здоровье/случай для учета нескорректированного надоя за вычетом опубликованного скорректированного надоя. Только DA имели большие различия в 6 фунтов для жира и 8,5 фунтов для белка, но эти различия добавили всего 19 долларов к значению 178 долларов прямых затрат, предполагаемых для DA. Поскольку DA имеет острые эффекты, требующие хирургического вмешательства, коровы с DA с большей вероятностью могут быть закодированы как больные или обнаружены как ненормальные в день тестирования. Относительные значения для каждого признака получаются путем умножения экономической стоимости на среднеквадратическое отклонение TTA, а затем деления каждого отдельного значения на сумму абсолютных значений.

Признаки фертильности

Измерениями фертильности в индексах являются DPR и CCR для коров и HCR и EFC для телок. Разделение выгод от CCR и DPR не просто, поскольку эти два признака пересекаются. Оба являются основными компонентами PL, но выгоды от большего количества лактаций уже включены в экономическую стоимость PL. Цена спермы (15 долл. США за единицу) и затраты на оплату труда по осеменению (10 долл. США за единицу) пропорциональны количеству услуг и являются основными расходами для CCR, тогда как снижение прибыли от лактаций, более длительных или более коротких, чем оптимальные, оцениваемые в 0,75 долл. США за день оплодотворения, являются основными расходами в DPR, который измеряет время, необходимое для наступления стельности. Экономические потери за 1 день оплодотворения затем преобразуются в DPR путем умножения на -4. Количество услуг предполагалось в среднем равным 1,8 для телок и 2,38 за лактацию для коров, что эквивалентно показателям оплодотворяемости 56% и 42% соответственно. Стоимость синхронизации составила 13 долларов за одно оплодотворение, а проверка на стельность — 5 долларов за одно обследование (Лаубер и др., 2021).

Для телок потери от выбраковки из-за плохой фертильности должны быть включены в HCR, поскольку PL включает только потери коров. Если телок выбраковывают после 5 неудачных оплодотворений, $(1 - 0,56)^5 = 1,6\%$ телок будут выбракованы, на 0,2% больше на каждый 1% более низкого HCR. В качестве альтернативы для проблемных заводчиков можно использовать естественное оплодотворение, но с потенциально более высокой стоимостью, чем искусственное осеменение. Когда бесплодные телок выбраковываются при живом весе около 1000 фунтов, экономические потери равны стоимости выращивания в размере 1200 долларов за вычетом стоимости говядины в размере 900 долларов = 300 долларов. Общая стоимость HCR, включая затраты на осеменение, выявление охоты, проверки на стельность и репродуктивную выбраковку, составила $(15 \text{ долларов} + 10 \text{ долларов} + 13 \text{ долларов} + 5 \text{ долларов}) \times 1,8/100 + 300 \text{ долларов} \times 0,002 = 1,47 \text{ доллара}$.

Для коров стоимость за лактацию составила $(\$15 + \$10 + \$13 + \$5) \times 2,38/100 = \$1,02$ для CCR, а стоимость DPR составила $(4 \times \$0,75) = \3 . Стоимость CCR за лактацию и открытые дни преобразуется в стоимость за всю жизнь путем умножения на 2,4, что предполагает, что у коров 2,7 лактации, но что 30% коров не осеменяются во время их последней лактации, поскольку решение об отбраковке было принято ранее по другим причинам $(2,4 = 2,7 - 0,3)$. При синхронизированном осеменении добровольный период ожидания может различаться для отдельных коров, и некоторые различия DPR теперь могут быть функцией управленческих решений, а не фертильности. Таким образом, небольшая часть ($\$0,80$) стоимости DPR за лактацию была вычтена из DPR и вместо этого добавлена к CCR. Пожизненная стоимость CCR составила $(\$1,02 + \$0,80) \times (2,4) = \$4,30$. Количество рожденных телят увеличивается как с DPR, так и с PL. При постоянном ПТА PL, 1% более высокого DPR приводит к примерно 0,3% большему количеству телят за всю жизнь со средней стоимостью \$400, что затем приводит к дополнительным \$1,20/единица ПТА DPR. Пожизненная стоимость DPR составила $(\$3 - \$0,80) \times (2,4) + \$1,20 = \6 .

Признаки продуктивности

Базовая цена в размере 19,00 долл. США была принята за молоко, содержащее 3,5% жира, 3% чистого белка и 350 000 соматических клеток/мл, до вычета расходов на перевозку, которые предполагались равными 0,50 долл. США на основе фактических затрат в 2023 году (около 0,01 долл. США/100 фунтов/миля с грузом, умноженная на 50 миль в среднем). Цена молока после расходов на перевозку была равна 18,50 долл. США. Базовые коровы голштинской породы, родившиеся в 2020 году, в среднем имели 3,81% жира и 3,10% жира, что соответствует эффективной цене 20,19

•долл. США с надбавками. Далее следуют цены на компоненты, а также предельные затраты на корма, необходимые для более высокой продуктивности, при этом признаки, не связанные с продуктивностью, в NM\$ остаются неизменными; значения в столбце объема вычисляются как (содержание молока) – 3,5 (содержание жира) – 3 (содержание белка), деленное на 100:

| Индекс | Молоко (\$/100 фунтов) | Жир (\$/фунт) | Белок (\$/фунт) | Объем (\$/фунт) |
|----------------------------|---------------------------|------------------|--------------------|--------------------|
| NM\$ и GM\$ | 18.50 | 2.90 | 2.08 | 0.0261 |
| CM\$ | 18.50 | 2.90 | 2.60 | 0.0105 |
| FM\$ | 18.50 | 2.90 | 0.85 | 0.0631 |
| Предельная стоимость корма | 7.49 | 1.04 | 0.85 | 0.0130 |

Предполагается, что затраты на корм для коров в среднем составляют 58% от цены молока, разделенной на 39% предельных затрат на молоко, жир, белок и отдельные 19% на затраты на содержание с использованием фактических данных по потреблению корма за 8513 лактаций 6621 молочной коровы в исследовательских стадах США (Toghiani et al., 2024). Эти затраты были представлены в разделе об экономике корма. Эти требования к сухому веществу в фунтах были преобразованы в стоимость сухого вещества путем умножения на 0,13 долл. США/фунт, а затем на количество лактаций для использования в NM\$ за всю жизнь. Наряду со стоимостью корма, затраты в размере 0,002 долл. США также были вычтены за расходы на резервуар для хранения, оборудование и электроэнергию для охлаждения и хранения каждого фунта молока. На многих фермах затраты на охлаждение были сокращены вдвое за счет предварительного охлаждения молока. Цена молока не включала затраты или выгоды от участия в Программе защиты маржи Министерства сельского хозяйства США или других прямых денежных выплат.

Корреляции индексов, основанных на проверенных быках голштинской породы, составили 0,996 для NM\$ с CM\$, 0,976 для NM\$ с FM\$ и 0,972 для NM\$ с GM\$. Небольшая премия за белок, равная стоимости корма плюс стоимость здоровья, включена, чтобы сделать FM\$ более приемлемой в качестве цели разведения и не приводит к прямому выбору за или против белка в индексе FM\$. Производители, которые ожидают низкие будущие премии за белок, должны выбирать по FM\$, а те, которые ожидают высокие премии за белок, должны выбирать по CM\$; заводчики, нацеленные на среднюю цену в США, должны выбирать по NM\$.

| Год | Молоко (\$/100 фунтов) | Жир (\$/фунт) | Белок (\$/фунт) | Объем (\$/фунт) | SCC ¹ (\$/1000 клеток) |
|---------|---------------------------|------------------|--------------------|--------------------|---|
| 2024 | 18.37 | 3.38 | 1.68 | 0.0150 | -0.00091 |
| 2023 | 17.02 | 2.96 | 1.91 | 0.0093 | -0.00088 |
| 2022 | 21.96 | 3.27 | 2.72 | -0.0085 | -0.00106 |
| 2021 | 17.08 | 1.89 | 2.76 | 0.0219 | -0.00084 |
| 2020 | 18.16 | 1.71 | 3.76 | 0.0090 | -0.00096 |
| 2019 | 16.96 | 2.51 | 2.38 | 0.0104 | -0.00088 |
| 2018 | 14.61 | 2.53 | 1.65 | 0.0080 | -0.00077 |
| 2017 | 16.17 | 2.61 | 1.87 | 0.0142 | -0.00082 |
| 2016 | 14.87 | 2.31 | 2.10 | 0.0048 | -0.00082 |
| 2015 | 15.80 | 2.30 | 2.24 | 0.0103 | -0.00083 |
| 2014 | 22.34 | 2.38 | 3.79 | 0.0264 | -0.00110 |
| 2013 | 17.99 | 1.66 | 3.30 | 0.0228 | -0.00090 |
| 2012 | 17.44 | 1.72 | 3.04 | 0.0230 | -0.00085 |
| 2011 | 18.37 | 2.15 | 2.97 | 0.0194 | -0.00091 |
| 2010 | 14.41 | 1.85 | 2.31 | 0.0100 | -0.00076 |
| 2009 | 11.36 | 1.20 | 1.99 | 0.0119 | -0.00062 |
| 2008 | 17.44 | 1.57 | 3.89 | 0.0028 | -0.00094 |
| 2007 | 18.04 | 1.47 | 3.51 | 0.0236 | -0.00084 |
| 2006 | 11.89 | 1.33 | 2.09 | 0.0097 | -0.00063 |
| Прогноз | | | | | |

| | | | | | |
|------------|-------|------|------|--------|----------|
| 2025, CM\$ | 19.00 | 2.90 | 2.60 | 0.0105 | -0.00090 |
| 2021, CM\$ | 16.50 | 2.10 | 2.60 | 0.0135 | -0.00085 |

¹SCC = количество соматических клеток; см. раздел SCS для более полного объяснения надбавок за качество

Стоимость молока, жира и белка переводится из расчета на основе лактации в чистый расчет за всю жизнь путем вычитания расходов на корм и перевозку, а затем умножения на среднее количество эквивалентов рекордов за всю жизнь. Для голштинского скота среднее количество эквивалентов рекордов составляет 2,70, а стоимость белка PTA за всю жизнь в NM\$ составляет $(2,08 - 0,85) \times 2,70 = 3,32$ долл. США.

Цены на молоко, жир и белок различаются в зависимости от использования молока и времени. Средние цены на молоко и отдельные компоненты на рынках федерального заказа можно узнать в Службе сельскохозяйственного маркетинга Министерства сельского хозяйства США. Фактические цены с 2006 года по май 2024 года на молоко класса III, используемое в сыроделии, следующие:

Цены на молоко в 2021-24 годах составили в среднем \$18,61 за класс III по сравнению с прогнозируемой ценой \$16,50, используемой в 2021 NM\$ (VanRaden et al., 2021); средняя цена 2024 года по состоянию на сентябрь составляет \$18,37. Цены будущих контрактов в среднем составляют около \$21,75 на последние месяцы 2024 года и \$19,50 на 2025 год; прогнозируемая цена на молоко класса III в отчете USDA World Agriculture Supply and Demand Estimates Report (WASDE) на 2025 год составляет \$18,95.

Цены на молочный жир в 2021–24 годах составили в среднем 2,88 доллара и превысили прогноз в 2,10 доллара в 2021 году, тогда как цены на белок в среднем составили всего 2,27 доллара и снизились до прогноза в 2,60 доллара в 2021 году. Цены на компоненты в 2024 году по состоянию на сентябрь составили в среднем 3,38 доллара за молочный жир и 1,68 доллара за белок. Спрос на молочный жир увеличился после того, как трансжиры были запрещены в качестве ингредиента в продуктах питания (Управление по контролю за продуктами и лекарствами США, 2015 г.), и цены на молочный жир продолжают расти по отношению к белку. В 2020 году цены на молоко и компоненты сильно различались, поскольку рынки переключались между спросом ресторанов и продуктовых магазинов.

Прогнозируемые цены, используемые в CM\$, теперь составляют \$2,90 за жир и \$2,60 за белок. Переработчики жидкого молока обычно не платят надбавку за дополнительный белок, поскольку молоко в продуктовых магазинах еще не маркируется и не оценивается по содержанию белка, но надбавка за белок включена в FM\$, чтобы фактическая стоимость белка не стала отрицательной после вычета затрат на корм. Выборка по FM\$ уместна в основном в юго-восточных штатах или в странах, где еще не платят за белок.

Стоимость белка в NM\$ представляет собой среднее значение по молочным рынкам ценовых формул, выплачиваемых производителям США. До 2014 года NM\$ представлял собой средневзвешенное значение цен, выплачиваемых переработчиками за четыре класса использования: 1) жидкое молоко, 2) мягкие/замороженные продукты, 3) твердый сыр и 4) масло/сухое молоко. Этот подход использовался с тех пор, как впервые был введен индекс долларов молока-жира-белка (MFP\$) (Norman et al., 1979) и до сих пор используется для взимания платы с переработчиков в федеральных приказах. Однако большинство федеральных приказов игнорируют фактическое использование молока при оплате производителям и вместо этого выплачивают производителям цены за компоненты, как будто все молоко используется для производства сыра. Выход сыра и цены на белок предполагались для 80% (ранее 92%) молока в США, поскольку только 68% (Служба сельскохозяйственного маркетинга, 2022) - 75% (NMPF, 2023) продается в рамках Федеральных распоряжений, а другие переработчики могут платить меньшие надбавки за белок.



Исторические цены на компоненты и молоко после вычета платы за перевозку, используемые с 1977 года для расчета NM\$ и MFP\$, следующие:

ИНТЕРГЕН

торговый дом

| год | Молоко | Жир | Настоящий белок | Объем |
|---------|--------|------|-----------------|-------|
| 1977 | 12.30 | 1.48 | 1.24 | 0.034 |
| 1978 | 12.23 | 1.51 | 1.18 | 0.034 |
| 1979 | 12.25 | 1.52 | 1.21 | 0.033 |
| 1980 | 12.32 | 1.61 | 1.26 | 0.029 |
| 1981 | 12.35 | 1.63 | 1.28 | 0.028 |
| 1982 | 12.24 | 1.64 | 1.30 | 0.026 |
| 1983 | 12.34 | 1.70 | 1.33 | 0.024 |
| 1984 | 12.32 | 1.75 | 1.33 | 0.022 |
| 1985 | 12.26 | 1.72 | 1.28 | 0.024 |
| 1986 | 12.35 | 1.85 | 1.29 | 0.020 |
| 1987 | 12.28 | 1.74 | 1.23 | 0.025 |
| 1988 | 12.26 | 1.68 | 1.26 | 0.026 |
| 1989 | 12.31 | 1.46 | 1.50 | 0.027 |
| 1990 | 12.33 | 1.13 | 1.39 | 0.042 |
| 1991 | 12.23 | 1.12 | 1.47 | 0.039 |
| 1992 | 12.29 | 0.79 | 1.54 | 0.049 |
| 1993 | 12.33 | 0.70 | 1.66 | 0.049 |
| 1994 | 12.24 | 0.58 | 1.57 | 0.055 |
| 1995 | 12.29 | 0.72 | 1.69 | 0.047 |
| 1996 | 12.27 | 0.89 | 1.65 | 0.042 |
| 1997-99 | 12.30 | 0.80 | 2.12 | 0.031 |
| 2000-03 | 12.68 | 1.15 | 2.55 | 0.010 |
| 2003-06 | 12.70 | 1.30 | 2.30 | 0.013 |
| 2006-09 | 12.70 | 1.50 | 1.95 | 0.016 |
| 2010-13 | 14.36 | 1.63 | 1.94 | 0.029 |
| 2014-16 | 17.43 | 1.95 | 2.48 | 0.032 |
| 2017 | 16.93 | 2.00 | 2.32 | 0.030 |
| 1018-20 | 16.43 | 2.10 | 2.17 | 0.026 |
| 2021-24 | 15.93 | 2.10 | 2.39 | 0.024 |
| 2025 | 18.50 | 2.90 | 2.08 | 0.026 |

Цены на компоненты были средними ценами предыдущего года до 1997 года, когда средние значения за несколько лет использовались для прогнозирования. Цены на сырой белок, сообщаемые до 2000 года, были преобразованы в истинные цены на белок путем умножения на 1,064. Цены на молоко, выплачиваемые производителям, были стабильными с 1977 по 2010 год, когда наблюдалась значительная инфляция в ценах на рабочую силу, корма и многие другие ресурсы. Дополнительная история по экономическим индексам представлена в разделе истории NM\$.

SCS

Более низкий PTA SCS дает более высокие цены на молоко на рынках, где выплачиваются премии за качество. Премии за соматические клетки и штрафы в федеральных приказах на молоко класса III за последние 4 года в среднем увеличили цену на 0,0009 долл. США за каждое снижение SCC на 1000 клеток/мл. Премии преобразуются из шкалы SCC в шкалу SCS путем деления на 0,0072, что является разницей между логарифмом по основанию 2 от 201 000 и логарифмом по основанию 2 от 200 000, предполагаемым средним значением SCC. Значение SCC/100 фунтов молока теперь преобразуется в значение SCS как $0,0009 \text{ долл. США} / 0,0072 = 0,125 \text{ долл. США}$.

Фактические изменения в SCC от изменения PTA SCS на 1 единицу (удвоение SCC) и фактические различия в SCC среди дочерей быков теперь намного меньше, чем когда были введены премии SCC, потому что средний SCC намного ниже, чем в прошлые десятилетия. Фактическое значение PTA SCS выше для стад с большим MAST и ниже для стад с меньшим



• MAST, потому что выплаты линейны с SCC, а не с SCS. До 2018 года значение, назначенное SCS в формуле NM\$, включало коррелированные затраты MAST, но теперь эти затраты назначены непосредственно на MAST PTA.

В каждом индексе применяются различные надбавки за SCS. Полная надбавка класса III применяется к SCS в CM\$, поскольку производственные предприятия обычно предоставляют стимулы для улучшения качества молока. Надбавка в NM\$ использует предположение, что 80% молока будет продано на рынках смесей, которым выплачивается надбавка класса III. Поскольку некоторые производители на рынках жидкого молока получают надбавки за улучшение качества молока, 50% надбавки было назначено на SCS в FM\$. Фактическая стоимость сниженного SCS в жидком молоке существенна из-за улучшения срока годности и вкуса (Ma et al., 2000).

PL и LIV

Признак PL измеряет, как долго коровы остаются в стаде, суммируя кредиты лактации с первого отела до продажи коровы на говядину или смерти на ферме. Коровы, проданные для молочных целей, получают частичный кредит на дату продажи, и их будущий PL прогнозируется так же, как и для коров, все еще живущих на ферме. Кредиты кривой лактации дают больше кредита месяцам пиковой лактации, больше кредита лактациям зрелых коров и нет кредита сухостойным периодам, со средним кредитом 10 месяцев для 305-дневной лактации. LIV коров измеряет только потерю падежа на ферме за лактацию, выраженную как процент дополнительных коров, которые живут, так что положительные числа являются благоприятными.

Экономическая стоимость PL учитывает эффекты зрелости, предполагая различную прибыль для каждого отела, и учитывает генетический прогресс, предполагая, что заслуги ремонтных телок улучшаются с каждым последующим годом. Более быстрый генетический прирост делает молодых коров более ценными по сравнению с коровами старшего возраста, и NM\$ теперь учитывает улучшение пожизненного NM\$ в размере 60 долларов в год для передающей способности или 120 долларов для племенной ценности, следуя методам, рекомендованным Шмиттом и др. (2019) и Де Врисом (2017).

Вместо того, чтобы просто умножать среднюю прибыль на количество лактаций, как в предыдущей формуле NM\$, скорректированная прибыль теперь суммируется по отелам с долей коров в каждом отеле, рассчитываемой как $[1 - 1(2,69 + PL/10)] parity-1 /$, за исключением того, что отелы после пятого суммировались и обрабатывались так же, как пятый. Средняя прибыль корректируется с учетом тренда NM\$, более высокого выхода зрелых коров, более высоких затрат на содержание при весе зрелых коров и более высоких процентов за более поздние лактации. Эти корректировки оценивают самую высокую прибыль в третьем и четвертом отелах и большую прибыль как функцию PL, чем предполагалось ранее, и повышенный акцент на PL. Скорректированная прибыль приводится ниже:

| Паритет | Стадо доля (%) | Средняя прибыль (\$) | NM\$ тренд (\$) | Зрелый удой (\$) | Зрелый вес (\$) | Сложный процент (\$) | Скорректированная прибыль (\$) ¹ |
|---------|----------------|----------------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------------|---|
| 1 | 37.1 | 67 | 76 | -394 | 129 | -8 | -80 |
| 2 | 23.3 | 67 | 31 | 0 | 0 | -3 | 145 |
| 3 | 14.7 | 67 | -13 | 151 | -73 | 1 | 183 |
| 4 | 9.2 | 67 | -58 | 205 | -96 | 6 | 175 |
| 5+ | 15.7 | 67 | -102 | 205 | -107 | 10 | 124 |

¹ Сумма тренда NM\$, удоя в зрелом возрасте, веса в зрелом возрасте и сложных процентов плюс константа в размере 299 долларов США, так что средняя прибыль, взвешенная по доле коров в каждом паритете, равна 67 долларам

SD PL ранее увеличился в пересмотре 2006 года на 40% при включении месяцев в молоке после 7 лет и после 305 дней за лактацию с использованием кредитов, определенных по лактационным кривым (VanRaden et al, 2006). Эти дополнительные кредиты за более



ИНТЕРГЕН

торговый дом

• высокий выход зрелой лактации составили 6% увеличения SD и были удалены путем деления экономической ценности PL на 1,06 при пересчете экономической ценности на основе прибыли от лактации вместо выхода лактации.

Лактационный коров был включен в качестве нового признака в апреле 2017 года. Коровы, которые умирают или подвергаются эвтаназии на ферме, не приносят дохода от говядины и могут иметь больше расходов на здравоохранение, чем коровы, которых выбраковывают. Значение PL было снижено в то время, поскольку потеря дохода от говядины теперь напрямую связана с LIV коров, а не косвенно с PL. Предполагается, что коровы, которые умирают, приносят на 1425 долларов меньше дохода, чем те, которые были проданы для говядины, рассчитанного как 1500 фунтов, умноженные на 0,90 доллара за фунт плюс 75 долларов за смерть на оплату труда на ферме и расходы на утилизацию коров. Поскольку РТА LIV выражается как процент смертей за всю жизнь, экономическая стоимость составляет 1425 долларов (0,01) = 14,25 долларов.

Теперь предполагается, что затраты на замещение включают цену новорожденной 90-фунтовой телки в \$400, стоимость \$0,85/фунт прироста и фиксированную стоимость \$450, что в общей сложности составляет \$1794, чтобы вырастить телку до 1200 фунтов. Процентная ставка также остается на уровне 5%. Относительный акцент уменьшился для PL и увеличился для LIV из-за этих корректировок доходов и затрат.

Признаки типа

[Этот раздел был от 2021 года, но композит вымени джерсейской породы может быть пересмотрен в 2025 году.] Черты линейного типа предоставляют дополнительную информацию о доходах и расходах. Вместо прямого использования РТА для всех признаков типа, композиты используются в NM\$. Для голштинского скота UDC, FLC и BWC рассчитываются Голштинской Ассоциацией США (Holstein Association USA, 2017). Для других пород опубликованные РТА для линейных признаков преобразуются в стандартизированные передающие способности путем деления на SD РТА, а затем объединяются в композиты, которые не публикуются. Ниже приведены предполагаемые генетические SD:

| Признаки | SD | | | | | |
|-------------------------------|------------|----------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | Айрширская | Буряя швицакая | Гернзейская | Голштинская | Джерсейская | Шортгорнская |
| Рост | 1.7 | 1.3 | 2.0 | 1.0 | 1.1 | 1.3 |
| Телосложение | 1.0 | 0.7 | 1.2 | 1.0 | 0.7 | 0.8 |
| Глубина туловища | 0.9 | 0.9 | 1.4 | 1.0 | ... | 1.0 |
| Молочный тип | 0.8 | 0.9 | 1.5 | 1.0 | 0.7 | 1.1 |
| Угол наклона крестца | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 1.0 | 0.8 | 1.1 |
| Ширина крестца | 1.0 | 0.7 | 1.3 | 1.0 | 0.7 | 0.8 |
| Задние конечности (вид сбоку) | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 1.0 | 0.6 | 0.5 |
| Задние конечности (вид сзади) | 1.0 | 0.3 | 0.6 | 1.0 | 1.0 | 0.7 |
| Угол постановки копыт | 0.7 | 0.7 | 0.7 | 1.0 | 0.5 | 0.7 |
| Оценка конечностей | ... | 1.0 | ... | 1.0 | ... | ... |
| Переднее прикрепление вымени | 1.0 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 0.9 | 0.7 |
| Высота заднего | 1.1 | 0.9 | 1.2 | 1.0 | 0.9 | 1.0 |



| | | | | | | |
|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| прикрепления вымени | | | | | | |
| Ширина заднего прикрепления вымени | 0.9 | 0.8 | 1.3 | 1.0 | 0.8 | 0.8 |
| Центральная связка | 0.9 | 0.8 | 1.0 | 1.0 | 0.7 | 0.6 |
| Глубина вымени | 1.0 | 0.9 | 1.4 | 1.0 | 1.2 | 0.9 |
| Расположение сосков | 1.0 | 1.0 | 1.2 | 1.0 | 0.9 | 1.0 |
| Длина сосков | 1.2 | 1.3 | 1.5 | 1.0 | 0.8 | 1.4 |
| Расположение задних сосков | ... | ... | ... | 1.0 | 1.5 | ... |
| Расположение задних сосков (вид сбоку) | ... | ... | ... | ... | 0.9 | ... |
| Скорость доения | ... | 5.0 | ... | ... | ... | ... |

Относительные значения признаков вымени и конечностей для джерсейских, гернзейских и бурых швицких коров получены из официальных индексов функциональных признаков или индексов функциональных признаков вымени этих трех породных ассоциаций. Значения джерсейских коров применяются к айрширским и молочным шортгорнским коровам. Формулы индекса функциональных признаков породных ассоциаций были получены из корреляций с PL, но частичные регрессии трудно оценить в небольших популяциях со многими признаками.

Вымя. Формула для UDC голштинского скота была обновлена в августе 2017 года (Holstein USA, 2017) и применена в индексах заслуг в декабре 2017 года. UDC теперь корректируется с учетом коррелированного влияния роста, а промежуточные оптимумы назначаются как для длины соска, так и для расположения заднего соска. Текущие относительные веса, используемые для расчета индекса заслуг, следующие:

| Признаки | Относительное значение (%) | | | |
|---|----------------------------|----------------|-------------|-------------------------|
| | Голштинская | Бурая швицакая | Гернзейская | Джерсейская и др породы |
| Рост | -20 | ... | ... | ... |
| Переднее прикрепление вымени | 16 | 21 | 15 | 7 |
| Высота заднего прикрепления вымени | 23 | 6 | 15 | 33 |
| Ширина заднего прикрепления вымени | 19 | 1 | 5 | 19 |
| Центральная связка | 8 | 2 | 15 | 1 |
| Глубина вымени | 20 | 35 | 33 | 31 |
| Расположение сосков | 4 | 11 | 15 | 4 |
| Расположение задних сосков (нелинейный) | 5 | ... | ... | ... |
| Длина сосков | 5 | -24 | -2 | 4 |
| UDC | ... ¹ | 100 | 100 | 100 |

¹Значения голштинской породы являются весами (выраженными в процентах) из составной формулы, рассчитанной Ассоциацией голштинской породы США (2017 г.), и, следовательно, не составляют в сумме 100.

Скорость доения оценивается у бурых швицких коров, а задние соски (вид сбоку) оцениваются у джерсейских коров, но эти характеристики [не показаны в таблице] не оцениваются у других пород.

Конечности. Формула для FLC голштинской породы была обновлена компанией Holstein USA в августе 2017 года (Holstein USA, 2017) и применена в индексах заслуг в декабре 2017 года. FLC

голштинской породы теперь корректируется с учетом коррелированного влияния роста. Поскольку задние ноги (вид сзади) и оценка ног и копыт недоступны для пород, отличных от голштинской, STA для угла постановки копыт и задних ног (вид сбоку) включены в FLC для других пород. Текущие относительные веса, используемые для расчета индекса заслуг, следующие:

| Признаки | Относительное значение (%) | | | |
|-------------------------------|----------------------------|----------------|-------------|--------------------------|
| | Голштинская | Бурая швицакая | Гернзейская | Джерсейская и др. породы |
| Рост | -17 | ... | ... | ... |
| Задние конечности (вид сбоку) | ... | -32 | -16 | -30 |
| Задние конечности (вид сзади) | 18 | ... | 36 | ... |
| Угол постановки копыт | 8 | 68 | 48 | 70 |
| Оценка конечностей | 58 | ... | ... | ... |
| FLC | ... ¹ | 100 | 100 | 100 |

¹Значения голштинской породы являются весами (выраженными в процентах) из составной формулы, рассчитанной Ассоциацией голштинской породы США (2017 г.), и, следовательно, не составляют в сумме 100.

Размер туловища/вес. С апреля 2017 года BWC заменил предыдущую составную формулу размера, которая использовалась в NM\$ с 2000 по 2016 год. В исследовании Ассоциации голштинской породы США (2016) использовались последние данные о весе и линейном типе из исследовательских стад, которые также измеряли потребление корма для более точного прогнозирования BW. В декабре 2017 года был введен новый BWC для джерсейских пород на основе исследований Американской ассоциации джерсейского скота и Университета Висконсина (Американская ассоциация джерсейского скота, 2017). Джерсейский BWC также использовался для бурой швицакой породы, поскольку ни одна из пород не оценивает глубину туловища. Голштинская BWC используется для пород, отличных от джерсейской и бурой швицакой. Текущие относительные веса для объединения линейных признаков в BWC следующие:

| Признаки | Относительное значение (%) | |
|------------------|------------------------------|--------------------------|
| | Джерсейская и бурая швицакая | Голштинская и др. породы |
| Рост | 28 | 23 |
| Телосложение | 28 | 72 |
| Глубина туловища | ... | 8 |
| Молочный тип | -35 | -47 |
| Ширина крестца | 9 | 17 |
| BWS | 100 | ... ¹ |

¹ Значения голштинской породы являются весами (выраженными в процентах) из составной формулы, рассчитанной Ассоциацией голштинской породы США (2017 г.), и, следовательно, не составляют в сумме 100.

Геномная регрессия массы тела на BWC EBV была оценена на основе исследований коров голштинской породы в 15,7 кг массы тела = 35 фунтов массы тела на единицу BWC по сравнению с 40 фунтами из фенотипической регрессии Manzanilla-Pech et al. (2016), использованной ранее в NM\$.

Вывод экономической ценности BWC приведен в разделе об экономии корма.

Способность к отелу

Телята, которые рождаются с трудом или умирают, снижают прибыль молочной фермы. Поскольку легкость отела и эффекты мертворождения по отцу и матери различаются, CA\$ включает 4 признака: легкость отела по отцу (SCE), легкость отела дочерей (DCE), мертворождения по отцу (SSB) и мертворождения по доерям (DSB). Индекс NM\$ учитывает легкость отела с 2003 года (VanRaden и Seykora, 2003), а мертворождение — с 2006 года (Cole



et al., 2007). Индекс CA\$ объединяет эти характеристики и включен в NM\$, но не публикуется напрямую.

ИНТЕРГЕН

торговый дом

Экономическая ценность мертворождений у голштинского скота была получена следующим образом. Ценность телят в возрасте 2 дней предполагалась в размере 400 долларов США как для быков, так и для телок. Оценки SSB и DSB представляют собой процент телят, которые умирают по сравнению с базовыми значениями 5,6 и 6,6%. Пожизненная ценность снижения DSB на 1% составляет 2,7 лактации, умноженные на среднюю ценность теленка: $2,7(400 \text{ долларов США})/100 = 10,80$ долларов США. Для SSB это значение должно быть уменьшено вдвое, поскольку SSB измеряет полный эффект отцов-производителей, тогда как DSB измеряет только половину эффекта от матерей. Для других пород было недостаточно данных, чтобы начать оценку мертворождения.

Значение DCE включает 70 долларов за трудные отёлы (оценка 4 или 5) на оплату труда фермеров и ветеринарных услуг, а также 1,5%-ное увеличение вероятности смерти коровы, умноженное на 2038 долларов. Эти расходы умножаются на 2, поскольку оценки 2 и 3 вносят дополнительные меньшие эффекты, которые происходят чаще. Сложность при более поздних родах составляет 0,3, что приводит к пожизненной частоте $1+(0,3 \times 1,8) = 1,5$. Общая стоимость DCE составляет $([70 \text{ долларов} + (0,015 \times 2038 \text{ долларов})] \times 2 \times 1,5)/100 = 3,02$ доллара.

Стоимость SCE также включает потери при отёле бычком в размере 133 долларов за надои и 75 долларов за фертильность и продолжительность жизни. Тяжелые отёлы снижают 305-дневный надой молока на 700 фунтов и задерживают повторную стельность при отёле бычком в среднем на 20 дней. Такие потери не относятся на счет DCE, потому что они уже учтены в оценках дочери быка по надоям, фертильности и продолжительности жизни. Значение SCE должно быть уменьшено вдвое, как это было сделано для SSB. Общая стоимость SCE составляет $([\$70 + (0,015 \times \$2,038) + \$133 + \$75] \times 2 \times 1,5)/2 \times 100 = \$4,63$. Затем значения были округлены до 5 долларов США для SCE, 3 долларов США для DCE, 4 долларов США для SSB и 11 долларов США для DSB. Единицы измерения CA\$ — это пожизненная стоимость в долларах США, которую признаки отела вносят в NM\$. Для расчета требуется вычесть средние значения признаков, умножить на экономические значения и изменить направление, чтобы получить чистую выгоду вместо чистых затрат:

$$CA\$ = -5(SCE - 2.2) - 3(DCE - 2.7) - 4(SSB - 5.6) - 11(DSB - 6.6).$$

Для бурой швицкой породы средние значения SCE и DCE составляют 2,9, а экономические значения составляют -6 для SCE и -8 для DCE, поскольку отдельные оценки мертворождения недоступны, а значения легкости отела включают коррелированную реакцию на мертворождение:

$$CA\$ \text{ бурая швицкая} = -7(SCE - 2.9) - 8(DCE - 2.9).$$

Для голштинского скота SD TTA составляют 1,7 для SCE, 1,4 для DCE, 1,0 для SSB и 1,7 для DSB с соответствующим относительным акцентом 24, 12, 11 и 53% в CA\$. SD CA\$ составляет 18 долларов, а относительный акцент на признаках отела в NM\$ составляет 3,3%. У коров, которые не генотипированы, нет РТА, доступных для вычисления CA\$, поскольку для оценки признаков CA\$ используется модель отцов-MGS (вместо модели животного). Поэтому индекс родословной (0,5 РТА отцов + 0,25 РТА MGS + 0,125 РТА прапрадеда матери и т. д.) заменяется на РТА для всех поколений материнской линии; среднее значение породы заменяет любых неизвестных предков.

В программах подбора телкам и коровам следует назначать быков с низким и высоким коэффициентом полезного действия соответственно. Экономическая стоимость, используемая в NM\$, представляет собой средневзвешенное значение потерь для коров и телок. Таким образом, при ранжировании быков-производителей для использования телок из NM\$ следует вычесть еще 4 доллара за каждый процент SCE, и 2 доллара за каждый процент SCE следует добавить обратно к NM\$ при ранжировании быков-производителей для коров. Эти незначительные корректировки, учитывающие разницу в экономической ценности подбора телок и коров, могут быть выполнены с помощью компьютеризированных программ по подбору.



Пожизненная прибыль

Индекс NM\$ определяется как ожидаемая пожизненная прибыль по сравнению с базовыми коровами породы, родившимися в 2020 году. Доходы и расходы, которые повторяются для каждой лактации, умножаются на ожидаемое количество лактаций коровы. Это умножение делает экономическую функцию нелинейной функцией исходных признаков. Для официального NM\$ используется линейная аппроксимация этой нелинейной функции, как рекомендовано Годдардом (1983). Линейная функция намного проще в использовании и коррелирует с нелинейной функцией на 0,999.

Выбор индексов на основе компьютерного расчета эффективен, и компьютерные программы по подбору, которые учитывают инбридинг с использованием полных родословных, также должны использоваться. Программы селекции и подбора могут иметь большие, почти аддитивные эффекты на будущую прибыль. Выгоды от программ по подбору не накапливаются из поколения в поколение, тогда как выгоды от селекции накапливаются. Коровы и быки в пределах каждой породы ранжируются с одинаковым NM\$, хотя время экспрессии генов различается в зависимости от пола.

NM\$ измеряет дополнительную прибыль за всю жизнь, которая, как ожидается, будет передана среднестатистической дочери, но не включает дополнительную прибыль, которая будет выражена во внуках и более отдаленных потомках. Методы потока генов и дисконтирование будущей прибыли могут предоставить более полную сводку общей прибыли от всех потомков. Благополучие животных может быть целью общества, но ему не присвоено денежное выражение в NM\$. Более здоровые коровы могут сделать молочное хозяйство более приятным занятием, а признаки, связанные со здоровьем коров, могут заслуживать большего внимания по мере увеличения затрат на рабочую силу. Производство органического молока с меньшим количеством вариантов лечения может потребовать коров с большей естественной способностью противостоять болезням и оставаться функциональными.

Подход функции прибыли, используемый при выведении NM\$, позволяет селекционерам выбирать по многим признакам, объединяя доходы и расходы по каждому признаку в точную меру общей прибыли. Средние значения и SD различных признаков в функции прибыли могут различаться в зависимости от породы, но официальный NM\$ рассчитывается с использованием значений голштинской породы вместо немного отличающейся формулы NM\$ для каждой породы. Производители должны использовать индекс пожизненной прибыли (NM\$, CM\$, FM\$ или GM\$), который соответствует рыночной цене, которую они ожидают через несколько лет при покупке племенного скота и через 5 лет при покупке семени.

История и будущее NM\$

Текущие и предыдущие изменения NM\$ можно кратко описать следующим образом:

| Год | Корреляция между новыми и предыдущими данными NM\$ | Новые признаки |
|------|--|--|
| 2025 | 0.992 | Нет |
| 2021 | 0.981 ¹ | FSAV, EFC, HLIV |
| 2018 | 0.994 | MFEV, DA, KETO, MAST, METR, RETP |
| 2017 | 0.989 | LIV |
| 2014 | 0.965 | HCR, CCR |
| 2010 | 0.990 | Нет |
| 2006 | 0.975 | Мертворождение, пересмотренная шкала PL |
| 2003 | 0.970 | DPR, лёгкость отёла |
| 2000 | 0.931 | Композитные индексы типа (UDC, FLC, BWC) |
| 1994 | 0.888 | PL, SCS |

¹ Корреляция для молодых быков = 0,992

Индекс NM\$ 2025 года с обновленными экономическими значениями коррелирует с формулой NM\$ 2021 года на 0,992. Ожидается увеличение генетического прогресса на сумму 8 миллионов долларов в год на национальном уровне, предполагая, что

все изменения являются улучшениями и что все селекционеры выбирают NM\$. Формула NM\$ 2021 года включала новые признаки FSAV, EFC и HLV и коррелировала с предыдущим индексом на 0,981. Индекс NM\$ 2018 года включал 6 новых признаков здоровья и коррелировал с индексом NM\$ 2017 года на 0,994 (VanRaden, 2017). Индекс 2017 года включал новый признак LIV и коррелировал с индексом NM\$ 2014 года на 0,989 (VanRaden and Cole, 2014) для быков, недавно протестированных по потомству. Индекс NM\$ 2014 года, который включал новые признаки HCR и CCR, коррелировал на 0,965 с индексом NM\$ 2010 года (Cole et al., 2009). Индекс NM\$ 2010 года коррелировал на 0,99 с формулой NM\$ 2006 года (VanRaden и Multi-State Project S-1008, 2006); изменения 2010 года были в основном вызваны ростом цен на корма, снижением стоимости телят и более высокой стоимостью выращивания ремонтного молодняка, но не новыми признаками. Индекс NM\$ 2006 года коррелировал на 0,975 с формулой NM\$ 2003 года (VanRaden и Seykora, 2003) для быков, недавно протестированных по потомству; около половины изменений были вызваны пересмотром PTA PL, а остальные — добавлением мертворождения и обновлениями экономических ценностей признаков.

В пересмотре NM\$ 2003 года (VanRaden и Seykora, 2003) фертильность коров и легкость отела были включены в NM\$. В пересмотре NM\$ 2000 года (VanRaden, 2000) были включены признаки типа вместе с производственными признаками и признаками здоровья с использованием функции пожизненной прибыли, основанной на исследованиях ученых из Исследовательской группы по признакам здоровья S-284. До 2000 года индексы ассоциации пород включали признаки типа, но не признаки здоровья, а NM\$ включал признаки здоровья, но не признаки типа. В 1994 году PL и SCS были объединены с производственными признаками в NM\$ с использованием экономических значений, которые были получены как средние значения независимых литературных оценок (VanRaden и Wiggans, 1995).

В 1980-х годах в рамках проекта NC-2 Северо-Центральной региональной ассоциации директоров сельскохозяйственных научно-исследовательских опытных станций исследователи разработали функцию прибыли для сравнения генетических линий в своих экспериментальных стадах:

$$\text{пожизненная прибыль} = \text{ценность молока} + \text{стоимость утилизации} + \text{стоимость телят} - \text{затраты на выращивание} - \text{энергия корма} - \text{кормовой белок} - \text{затраты на здоровье} - \text{затраты на воспроизводство}$$

Относительный чистый доход также был разработан для измерения прибыли на основе полевых данных с поправкой на альтернативные издержки для более справедливого сравнения краткосрочных и долгосрочных инвестиций (Cassell et al., 1993). Основное различие между подходами NM\$ и методом функции прибыли заключается в том, что для каждого оцениваемого признака рассчитывается PTA, а затем объединяются фенотипические данные по каждой корове, а не напрямую. Подход PTA более точен, поскольку наследуемость признаков различается, генетические корреляции не совпадают с фенотипическими корреляциями, и все фенотипы не доступны одновременно.

В 1984 и 1977 годах были введены формулы экономического индекса, основанные на цене выхода сыра (CY\$) и цене белка (MFP\$) соответственно. В 1971 году Министерство сельского хозяйства США ввело свой первый генетико-экономический индекс, названный прогнозируемой разницей в долларах (PD\$), который объединял только выходы молока и жира. Три различные формулы ценообразования молока (Norman, 1986) продолжали выпускаться до 1999 года, когда их заменили более полные индексы CM\$, NM\$ и FM\$ соответственно.

Ниже приведена история изменений относительных значений признаков, включенных в индексы США:

| Признак | PD\$ (1971) | MFP\$ (1976) | NM\$ (1994) | NM\$ (2000) | NM\$ (2003) | NM\$ (2006) | NM\$ (2010) | NM\$ (2014) | NM\$ (2017) | NM\$ (2018) | NM\$ (2021) | NM\$ (2025) |
|---------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Молоко | 52 | 27 | 6 | 5 | 0 | 0 | 0 | -1 | -1 | -1 | 0 | 3 |
| Жир | 48 | 46 | 25 | 21 | 22 | 23 | 19 | 22 | 24 | 27 | 22 | 25 |
| Белок | ... | 27 | 43 | 36 | 33 | 23 | 16 | 20 | 18 | 17 | 17 | 11 |
| PL | ... | ... | 20 | 14 | 11 | 17 | 22 | 19 | 13 | 12 | 15 | 12 |

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| SCS | ... | ... | -6 | -9 | -9 | -9 | -10 | -7 | -7 | -4 | -3 | -3 |
| BSC/BWC | ... | ... | ... | -4 | -3 | -4 | -6 | -5 | -6 | -5 | -9 | -11 |
| UPC | ... | ... | ... | 7 | 7 | 6 | 7 | 8 | 7 | 7 | 3 | 1 |
| FLC | ... | ... | ... | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| DPR | ... | ... | ... | ... | 7 | 9 | 11 | 7 | 7 | 7 | 5 | 3 |
| CA\$ | ... | ... | ... | ... | ... | 6 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| HCR | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| CCR | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 |
| LIV | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 7 | 7 | 4 | 6 |
| HTH\$ | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 2 | 2 | 2 |
| RFI | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | -12 | -14 |
| EFC | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 1 | 1 |
| HLIV | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | 1 | 1 |

Акцент на признаках продуктивности снизился, поскольку были введены другие признаки. Поскольку выход белка стал более приоритетным, объем молока стал менее важным из-за высокой корреляции этих двух признаков. Доступны более полная история и сравнения с индексами селекции, используемыми другими странами (Shook, 2006; VanRaden, 2002; VanRaden, 2004).

Будущие индексы селекции и потенциал будущего генетического прогресса также были спрогнозированы Cole и VanRaden (2018).

Благодарности

Авторы благодарят многих исследователей из университетов за разработку этой и предыдущих редакций NM\$, отраслевых экспертов за полезное обсуждение формул доходов и расходов, Совет по молочному скотоводству и геномике животных и сотрудников Лаборатории развития, а также Махеша Неупейна за рецензирование и редактирование исследовательского отчета. Авторы AGIL получили поддержку в рамках выделенного проекта 8042-31000-002-00-D «Улучшение молочных животных путем повышения точности геномного прогнозирования, оценки новых признаков и переопределения целей отбора» Службы сельскохозяйственных исследований Министерства сельского хозяйства США. Министерство сельского хозяйства США является поставщиком равных возможностей и работодателем.

Аббревиатуры

BW = масса тела
 BWC = композитный вес тела
 CA\$ = субиндекс признака отела
 CCR = показатель оплодотворяемости коров
 CM\$ = индекс прибыльности сыров
 CY\$ = индекс выхода сыра
 DA = смещенный сычуг
 DCE = легкость отела у дочерей
 DMI = потребление сухого вещества
 DPR = показатель стельности у дочерей
 DSB = мертворождение у дочерей
 ECM = молоко с поправкой на энергию
 EFC = ранний первый отел
 FLC = композитный индекс конечностей
 FM\$ = индекс валовой продуктивности
 FSAV = сэкономленный корм
 GM\$ = индекс пастбищных качеств
 HCR = показатель оплодотворения телок
 HLIV = жизнеспособность телок
 HTH\$ = субиндекс признаков здоровья
 KETO = кетоз

LIV = жизнеспособность коров
MAST = клинический мастит
MBW = метаболическая масса тела
METR = метрит
MFEV = молочная лихорадка (гипокальциемия)

MGS = дед по материнской линии
MFP\$ = индекс молочного жира и белка
NEL = чистая энергия лактации
NM\$ = индекс пожизненной прибыли
PD\$ = прогнозируемая разница индекса жира в молоке
PL = продуктивная жизнь
PTA = прогнозируемая передающая способность
REL = надежность
RETP = задержка плаценты
RFI = остаточное потребление корма
SCC = количество соматических клеток
SCE = легкость отела по быку
SCS = оценка соматических клеток
SD = стандартное отклонение
SSB = мертворождение по быку
TTA = истинная передающая способность
UDC = композитный индекс вымени
WASDE = мировые оценки спроса и предложения в сельском хозяйстве

Список литературы

- Agricultural Marketing Service. 2024. FM_Measures_of_Growth (usda.gov)
- American Jersey Cattle Association. 2017. Body Weight Composite to be updated for JPI and net merit in December. Jersey J. 64(12):34.
- Cassell, B.G., B.B. Smith, and R.E. Pearson. 1993. Influence of herd-life opportunity and characteristics of cows and herds on different net income functions. J. Dairy Sci. 76:1182–1190.
- Cole, J.B., J.W. Dürr, and E.L. Nicolazzi. 2021. Invited review: The future of selection decisions and breeding programs: What are we breeding for, and who decides? J. Dairy Sci. 104:5111–5124.
- Cole, J.B., and P.M. VanRaden. 2018. Symposium review: Possibilities in an age of genomics: The future of selection indices. J. Dairy Sci. 101:3686–3701.
- Cole, J.B., P.M. VanRaden, and Multi-State Project S-1040. 2009. Net merit as a measure of lifetime profit: 2010 revision. AIPL Res. Rep. NM\$4 (12-09).
- , J.B., G.R. Wiggans, and P.M. VanRaden. 2007. Genetic evaluation of stillbirth in United States Holsteins using a sire-maternal grandsire threshold model. J. Dairy Sci. 90:2480–2488.
- Council on Dairy Cattle Breeding. 2019. CDCB changes to evaluation system (April 2019). News release, Mar. 12.
- Dado, R.G., G.E. Shook, and D.R. Mertens. 1994. Nutrient requirements and feed costs associated with genetic improvement in production of milk components. J. Dairy Sci. 77:598–608.
- De Vries A. 2017. Economic trade-offs between genetic improvement and longevity in dairy cattle. J. Dairy Sci. 100:4184–4192
- Donnelly, M.R. 2017. Genetic control of health treatment costs for Holsteins in 8 high-performance herds. Ms. Thesis. Univ. of Minnesota, St. Paul.
- Gay, K.D., N.J.O. Widmar, T.D. Nennich, A.P. Schinckel, J.B. Cole, and M.M. Schutz. 2014. Development of a Lifetime Merit-based selection index for US dairy grazing systems. J. Dairy Sci. 97:4568–4578.
- Goddard, M.E. 1983. Selection indices for non-linear profit functions. Theor. Appl. Genet. 64:339–344.

Hazel, A.R., B.J. Heins, and L.B. Hansen. 2020. Health treatment cost, stillbirth, survival, and conformation of Viking Red-, Montbéliarde-, and Holstein-sired crossbred



ИНТЕРГЕН
торговый дом

- cows compared with pure Holstein cows during their first 3 lactations. *J. Dairy Sci.* 103:10917–10939.
- Holstein Association USA. 2016. New Body Size Composite, an improved way to estimate body weight. *News*, Aug. 9.
- Association USA. 2017. Updates to the Total Performance Index (TPI) and type composites. *News*, Aug. 7.
- Hutchison, J.L., P.M. VanRaden, D.J. Null, J.B. Cole, and D.M. Bickhart. 2017. Genomic evaluation of age at first calving. *J. Dairy Sci.* 100:6853–6861.
- Lauber, M.R., E.M. Cabrera, V.G. Santos, P.D. Carvalho, C. Maia, B. Carneiro, A. Valenza, V.E. Cabrera, J.J. Parrish, and P.M. Fricke. 2021.
- Comparison of reproductive management programs for submission of Holstein heifers for first insemination with conventional or sexed semen based on expression of estrus, pregnancy outcomes, and cost per pregnancy. *J. Dairy Sci.* 104:12953–12967.
- Li, B., P.M. VanRaden, E. Guduk, J.R. O’Connell, D.J. Null, E.E. Connor, M.J. VandeHaar, R.J. Tempelman, K.A. Weigel, and J.B. Cole. 2020.
- Genomic prediction of residual feed intake in US Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 103:2477–2486.
- Liang, D., L.M. Arnold, C.J. Stowe, R.J. Harmon, and J.M. Bewley. 2017. Estimating US dairy clinical disease costs with a stochastic simulation model. *J. Dairy Sci.* 100:1472–1486.
- Ma, Y., C. Ryan, D.M. Barbano, D.M. Galton, M.A. Rudan, and K.J. Boor. 2000. Effects of somatic cell count on quality and shelf-life of pasteurized fluid milk. *J. Dairy Sci.* 83:264–274.
- Manzanilla-Pech, C.I.V., R.F. Veerkamp, R.J. Tempelman, M.L. van Pelt, K.A. Weigel, M. VandeHaar, T.J. Lawlor, D.M. Spurlock, L.E. Armentano, C.R. Staples, M. Hanigan, Y. De Haas. 2016. Genetic parameters between feed-intake-related traits and conformation in 2 separate dairy populations—the Netherlands and United States. *J. Dairy Sci.* 99:443–457.
- National Research Council. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*, 7th rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Neupane, M., J.L. Hutchison, C.P. Van Tassell, and P.M. VanRaden. 2021. Genomic evaluation of dairy heifer livability. *J. Dairy Sci.* 104:8959–8965.
- Norman, H.D. 1986. Sire evaluation procedures for yield traits. *NCDHIP Handbook* (J.L. Majeskie, ed.), Fact Sheet H-1. Extension Service, USDA, Washington, DC.
- Norman, H.D., B.G. Cassell, F.N. Dickinson, and A.L. Kuck. 1979. *USDA-DHIA milk components sire summary*. USDA Prod. Res. Rep. 178.
- Science and Education Administration, USDA, Washington, DC.
- Schmitt, M.R., P.M. VanRaden, and A. De Vries. Ranking sires using genetic selection indices based on financial investment methods versus lifetime net merit. 2019. *J. Dairy Sci.* 102:9060–9075.
- Shook, G.E. 2006. Major advances in determining appropriate selection goals. *J. Dairy Sci.* 89:1349–1361.
- Tempelman, R.J., and Y. Lu. 2020. Symposium review: Genetic relationships between different measures of feed efficiency and the implications for dairy cattle selection indexes. *J. Dairy Sci.* 103:5327–5345.
- Toghiani, S., P.M. VanRaden, M.J. VandeHaar, R.L. Baldwin, K.A. Weigel, H.M. White, F. Peñagaricano, J.E. Koltes, J.E.P. Santos, K.L. Parker Gaddis, and R.J. Tempelman. 2024. Dry matter intake in US Holstein cows: Exploring the genomic and phenotypic impact of milk components and body weight composite. *J. Dairy Sci.* 107(9):7009–7021. doi: 10.3168/jds.2023-24296.
- U.S. Food and Drug Administration. 2015. The FDA takes step to remove artificial trans fats in processed foods. U.S. Department of Health and Human Services, U.S. Food and Drug Administration, FDA News Release, June 16.
- VanRaden, P.M. 2000. Net merit as a measure of lifetime profit – 2000 version. *AIPL Res. Rep. NM\$1 (11-00)*.
- VanRaden, P.M. 2002. Selection of dairy cattle for lifetime profit. *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod., Commun.* 01-21.
- VanRaden, P.M. 2004. Invited review: Selection on net merit to improve lifetime profit. *J. Dairy Sci.* 87:3125–3131.



VanRaden, P.M. 2017. Net merit as a measure of lifetime profit: 2017 revision. AIP Res. Rep. NM\$6 (2-17).

VanRaden, P.M., and J.B. Cole. 2014. Net merit as a measure of lifetime profit: 2014. AIP Res. Rep. NM\$5 (10-14).

VanRaden, P.M., J.B. Cole, and K.L. Parker Gaddis. 2018. Net merit as a measure of lifetime profit: 2018 revision. AIP Res. Rep. NM\$7 (5-18).

VanRaden, P.M., J.B. Cole, M. Neupane, S. Toghiani, K.L. Gaddis, and R.J. Tempelman. 2021. Net merit as a measure of lifetime profit: 2021 revision. AIP Res. Rep. NM\$8 (5-21).

VanRaden, P.M., C.M.B. Dematawewa, R.E. Pearson, and M.E. Tooker. 2006. Productive life including all lactations and longer lactations with diminishing credits. J. Dairy Sci. 89:3213–3220.

VanRaden, P.M., and Multi-State Project S-1008. 2006. Net merit as a measure of lifetime profit: 2006 revision. AIPL Res. Rep. NM\$3 (7-06).

VanRaden, P.M., and A.J. Seykora. 2003. Net merit as a measure of lifetime profit: 2003 revision. AIPL Res. Rep. NM\$2 (7-03).

VanRaden, P.M., and G.R. Wiggans. 1995. Productive life evaluations: Calculation, accuracy, and economic value. J. Dairy Sci. 78:631–638.

Wiggans, G.R., P.M. VanRaden, and J.C. Philpot. 2003. Technical note: Detection and adjustment of abnormal test-day yields. J. Dairy Sci. 86:2721–2724.

Zhang, X., and P. Amer. 2021. A new selection index percent emphasis method using subindex weights and genetic evaluation accuracy. J. Dairy Sci. 104:5827–5842