

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕЛЕКЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ В ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЕ

Ефимов Игорь Александрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния, производство и переработка продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

143900, г. Балашиха, ул. Энтузиастов шоссе, 50.

E-mail: efimov@yandex.ru

Усова Татьяна Петровна, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Зоотехния, производство и переработка продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

143900, г. Балашиха, ул. Энтузиастов шоссе, 50.

E-mail: usovatan@yandex.ru

Юдина Ольга Петровна, канд. биол. наук, доцент кафедры «Зоотехния, производство и переработка продукции животноводства», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный заочный университет».

143900, г. Балашиха, ул. Энтузиастов шоссе, 50.

E-mail: udinich1977@yandex.ru

Ключевые слова: скотоводство, индекс, бык, признак, молочное, селекционный.

Цель исследований – разработка эффективного селекционного индекса, адаптированного к отечественным условиям, учитывающего национальные приоритеты потребления животноводческой продукции. Проанализированы селекционные индексы, которые широко применяют в развитых странах с высоким научно-производственным потенциалом в области животноводства. Условно их можно разделить на три группы. К первой группе авторы отнесли пять стран, где используется упрощенный вариант расчета селекционных индексов. Ко второй группе были отнесены девять стран, в которых используются довольно сложные для расчетов и оперативного анализа селекционные индексы. К третьей группе отнесли страны, в племенной работе которых применяются комбинированные селекционные индексы. Приведен рейтинг наиболее ценных быков-производителей Федерального государственного унитарного предприятия «Московское» по племенной работе, составленный с применением наиболее распространенных селекционных индексов. Селекционные индексы, при схожести методики их вычисления, для использования в нашей стране нуждаются в некоторой корректировке. Разработан селекционный индекс и представлен под наименованием UI (объединенный индекс). Разработанный индекс UI в 83% случаях совпадает с индексом ASI (Австралия), в остальных 17% случаях разница не превышает 0,5 ранга. С индексом PIN (Англия) расхождения более значительные, в 34% случаев наблюдается полное совпадение оценок, в 50% – различия составляют всего 1 ранг и только в одном случае несовпадение достаточно значительное. С индексом INET (наиболее часто используемым селекционерами Европы) отмечено совпадение оценки племенной ценности животных в 100% случаев. Применять новый индекс предполагается в работе с породами молочного направления.

USE OF SELECTION INDICES IN BREEDING WORK

Efimov I. A., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department «Animal husbandry, production and processing of animal products», FSBEI HE «Russian State Agrarian Correspondence University».

143900, Balashikha, Enthusiastov shosse street, 50.

E-mail: efimov@yandex.ru

Usova T. P., Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the department «Animal husbandry, production and processing of animal products», FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university».

143900, Balashikha, Enthusiastov shosse street, 50.

E-mail: usovatan@yandex.ru

Yudina O. P., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the department «Animal husbandry, production and processing of animal products», FSBEI HE «Russian state agrarian correspondence university».

143900, Balashikha, Enthusiastov shosse street, 50.

E-mail: udinich1977@yandex.ru

Key words: cattle breeding, index, bull, specification, dairy, selective.

The aim of the study is to develop an effective selective index adapted to the conditions of the country, taking into account the national priorities of consumption of livestock products. Selection indices, which are widely used in developed countries with high scientific and production potential in the field of animal husbandry, have been analyzed. They can be divided into three groups. The first group includes five countries where a simplified version of the calculation of selective indices is used. The second group includes nine countries, which are rather complex for on-line analysis of the selection indices. The third group included countries in the breeding work of which combined breeding indices are used. The rating of the most valuable bulls of the Federal state unitary enterprise «Moskovskoye» on breeding work made with application of the most widespread selection indexes is given. Selection indices, with the similarity of the methods of their calculation, need some adjustment to be used in our country. A selection index is developed and presented under the name UI (combined index). The developed index UI in 83% of cases coincides with the index ASI (Australia), in the remaining 17% of cases the difference does not exceed 0.5 rank. With the index PIN (England) differences are more significant, in 34% of cases there is a complete coincidence of estimates, in 50% – the differences are only 1 rank and only in one case the discrepancy is significant enough. The index of INET (the most frequently used by breeders in Europe) coincides with the evaluation of breeding value of animals in 100% of cases. The new index is supposed to be used in the work with dairy breeds.

Разработка эффективных селекционных индексов позволит значительно сократить время для анализа генетического потенциала продуктивности животных, тем самым активно влиять на ход их эволюционного развития [1, 2].

Теорию селекционных индексов по хозяйственно-полезным признакам у животных разработал L. N. Hazel, который доказал, что с помощью селекционного индекса можно вывести оптимальные весовые соотношения для разной информации о продуктивности, и отобрать для племенного использования таких животных, у которых величина суммарного генотипа имеет максимальное значение [8].

На протяжении последних десяти лет в Северной Америке широко использовался индекс ETA , принятый в 1989 году:

$$ETA = PC + AC + P * C.$$

Расшифровывается этот индекс следующим образом: передающая способность ETA (доля потенциала, которая может быть передана потомству) складывается из генетического вклада родителей (PC), популяции (AC) и полученного потомства ($P * C$).

В течение жизни объем получаемой информации о животном постоянно возрастает. Начальные сведения поступают после анализа особенностей родительских пар, со временем они дополняются данными о собственной продуктивности и далее появляется информация о качестве потомства. Полученные результаты используются для расчета индекса ETA .

В целях упрощения процедуры расчета и применения селекционных индексов, при формировании учитывались только количественные показатели продуктивности, которые можно легко определить и описать в числовом выражении. Сумма слагаемых в таких индексах была принята за 100, а важнейшие результативные признаки, характеризующие продуктивные качества, тип и здоровье животных, выражали в долях от общей суммы. В таблице 1 представлены весовые коэффициенты слагаемых величин селекционных индексов, используемых в развитых в аграрном отношении зарубежных странах. Из таблицы 1 видно, что в селекционный индекс перечисленных стран входят содержание белка в молоке. Колебания весовых коэффициентов достаточно значительные – от 18 в Дании, до 86 в Голландии. Швеция и Франция полностью исключили из рассмотрения содержание жира в молоке. Только в Новой Зеландии в селекционном индексе учитывают живую массу коров.

Описанные селекционные индексы легко рассчитываются и анализируются, однако они включают ограниченное число показателей (от 2-х до 5-ти), в основном описывающих продуктивные качества.

Условно все страны, где используется селекционный индекс, можно разделить на три группы. Различия между странами заключаются лишь в количестве учитываемых признаков и весовых коэффициентов при них.

К первой группе авторы отнесли пять стран, где используется упрощенный вариант расчета

селекционных индексов. Слагаемые этих индексов включают в себя легко определяемые количественные признаки, описывающие продуктивные качества самого животного или племенную ценность его родителей (удой, содержание жира и белка в молоке, живая масса).

Таблица 1

Количественные показатели слагаемых селекционных индексов в различных странах

№	Страна	Наименование индекса	Слагаемые селекционных индексов				
			Белок, кг	Жир, кг	Тип, балл	Здоровье, оценка	Живая масса, кг
1	Голландия	INET	86	14	-	-	-
2	Швейцария	IPO	83	17	-	-	-
3	Италия	ILQM	73	7	20	-	-
4	Франция	INET	70	-	25	5	-
5	Англия	INEM	69	10	21	-	-
6	Япония	NTP	67	8	25	-	-
7	Дания	S-INDEX	18	8	31	43	-
8	Новая Зеландия	BW	50	7	18	18	7
9	Испания	ICO	54	11	35	-	-
10	США	TPI	50	17	33	-	-
11	Канада	LPI	49	11	40	-	-
12	Германия	RCG	46	12	17	25	-
13	Швеция	TMI	28	-	24	48	-

Общим для всех стран является смещение центра селекционного давления в направлении содержания белка в молоке, причем в Ирландии в индекс включены как общий выход, так и процентное содержание белка.

Наиболее подробный селекционный индекс используют в Новой Зеландии – в него, кроме продуктивных показателей, включены живая масса и продолжительность жизни. В общем виде этот индекс выглядит так:

$$\text{Breeding Worth (BW)} = -0,052 \text{ кг удой} + 0,541 \text{ кг жир} + 4,042 \text{ кг белок} - 0,445 \text{ кг живая масса} + 1,093 \text{ продолжительность жизни}$$

Недостатком данного подхода является отсутствие возможности точного прогноза продолжительности жизни особи, что значительно снижает объективность его прижизненной оценки. Другими словами использовать этот индекс в работе можно только после выбраковки самого животного, получив данные о его долголетию.

Ко второй группе отнесены девять стран, в которых используются довольно сложные для расчетов и оперативного анализа селекционные индексы. В число слагаемых этих индексов, кроме количественных признаков, характеризующих продуктивные качества и долголетие животных, входят и качественные (типичность, темперамент, резистентность к маститам, легкость отелов и т.д.).

В странах, отнесенных ко второй группе, кроме продуктивных признаков большое внимание уделяется технологическим (крепость и постановка конечностей, оценка вымени, скорость молокоотдачи), физиологическим (скорость поедания корма, легкость отела, устойчивость к маститам, темперамент), а также генетическим показателям (способность передачи наследственных качеств).

Следует отметить, что только в Венгрии в селекционный индекс не включена величина удоя, в то же время очень большое внимание уделено состоянию вымени и крепости конституции. Очевидно, учитывая высокую положительную взаимосвязь этих показателей, венгерские селекционеры сочли возможным исключить молочность из числа определяющих признаков, заменив их на экстерьерные. Наиболее сложные селекционные индексы используются в Дании (S-INDEX) и Швеции (TMI). В общем виде они выглядят следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{S-INDEX} = & 100 + [0,75 \times (-1 \text{ кг удой} + 3 \text{ кг жир} + 6 \text{ кг белок}) + 0,23 \text{ (поедаемость корма)} + \\ & + 0,25 \text{ (плодовитость)} + 0,18 \text{ (легкость отела)} + 0,42 \text{ (резистентность к маститам)} + \\ & + 0,21 \text{ (крепость костяка)} + 0,36 \text{ (постановка ног)} + 0,40 \text{ (вымя)} + \\ & + 0,14 \text{ (скорость молокоотдачи)} + 0,04 \text{ (темперамент)}]; \end{aligned}$$

$$\text{TMI} = 1(-020 \text{ кг удой} + 1,05 \text{ кг белок} + 0,20 \text{ кг жир}) + 0,2 \text{ (прирост живой массы)} +$$

+ 0,35 (плодовитость дочерей) + 0,1 (индекс воспроизводительной способности отца) +
+ 0,3 (индекс воспроизводительной способности матери) + 0,4 (индекс маститности) +
+ 0,1 (другие заболевания) + 0,4 (вымя) + 0,3 (постановка ног) + 0,1 (темперамент) +
+ 0,2 (выносливость).

Анализируя представленные селекционные индексы, видно, что для их окончательного расчета необходимо значительное количество дополнительной информации.

К третьей группе относятся страны, в племенной работе которых применяются комбинированные селекционные индексы. При расчете таких индексов в качестве входных параметров участвуют один или несколько более простых индексов, причем каждый из них может использоваться отдельно для оценки животного.

Все попытки более полного описания фенотипа набором признаков сопряжены с необходимостью привлечения специальных методов многомерного анализа (факторного, дискриминантного, канонического, кластерного и др.). Следовательно, кластеризацию можно рассматривать как первый этап на пути индексной оценки задачи с высокой размерностью.

Цель исследований – разработка эффективного селекционного индекса, адаптированного к отечественным условиям, учитывающего национальные приоритеты потребления животноводческой продукции.

Задачи исследований – определить количественные признаки для нового селекционного индекса.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Московское» по племенной работе Ногинского района Московской области. Нами использовалась информация по коровам и племенным быкам (форма 2-мол и 1-мол за 2015-2016 гг.) голштинской породы. Проведение комплексного отбора с использованием селекционных индексов и разработка селекционного индекса основаны на методе наименьших квадратов К. Ф. Гаусса, А. М. Лежандра.

Результаты исследований. На современном этапе развития животноводства в нашей стране, с учетом национальных особенностей, необходимо получать животных, дающих большое количество молока с высоким содержанием белка и жира.

Сравнительный анализ некоторых селекционных индексов позволяет сделать вывод о значительной специфичности начисления весовых коэффициентов, а также определенной сложности их применения [4, 7]. В таблице 2 приводится рейтинг наиболее ценных быков-производителей Федерального государственного унитарного предприятия «Московское» по племенной работе, составленный с применением наиболее распространенных селекционных индексов.

Количество совпадений присваиваемых рангов, рассчитанных с использованием селекционных индексов, применяемых в разных странах, весьма малочисленно, причем достаточно часто окончательная оценка являлась весьма противоречивой.

Так, лучший по продуктивности дочерей в рейтинге производителей бык Стиммер 397570 был бы признан лидером в Австралии (по индексу ASI), в Англии (по индексу PIN) и Бельгии (по индексу INET). В Германии (по индексам RZM и RZG) Стиммер 397570 в списке опустился на вторую позицию, а по индексу RBI, принятому в Ирландии, он занял только четвертое место.

Худшим в рейтинге был признан бык Хамок 397568, который оказался на последнем месте, согласно только ирландскому селекционному индексу RBI. По остальным индексам этот бык занимал промежуточное положение.

Бык Пранк 396537 получил разноречивую оценку своих племенных качеств. В Австралии (индекс ASI), в Англии (индекс PIN) и Бельгии (индекс INET) он помещен на последнее шестое место, а в Германии (индекс RZG) и Ирландии (индекс RBI) ему был присвоен высший рейтинг.

Описанные выше селекционные индексы, при схожести методики их вычисления, нуждаются в некоторой корректировке для нашей страны.

Селекционный индекс разработан и представлен в таблице 2 последним под наименованием UI (объединенный индекс). Разработанный индекс UI в 83% случаях совпадает с индексом ASI (Австралия), в остальных 17% случаях разница не превышает 0,5 ранга.

С индексом PIN (Англия) расхождения более значительные, в 34% случаев наблюдается

полное совпадение оценок, в 50% различия составляют всего 1 ранг и только в одном случае несовпадение достаточно значительное. С индексом INET (наиболее часто используемым селекционерами Европы) отмечено совпадение оценки племенной ценности животных в 100% случаев.

Таблица 2

Рейтинг быков-производителей с учетом продуктивности их дочерей и различных селекционных индексов

№	Кличка быка и индивидуальный номер	Количество голов	Показатели продуктивности дочерей					Рейтинг по продуктивности дочерей Ж+Б	Селекционный индекс и номер ранга быка-производителя							Сумма рангов	Рейтинг по индексу
			удой, кг	жир, %	жир, кг	белок, %	белок, кг		ASI	PIN	INET	RBI	RZM	RZG	UI		
1	Джерико 399601	240	6914	4,44	307	3,47	240	4	820 5	946 4	652 5	764 2	105 2	110 4	141 5	25	5
2	Капелло 398014	138	7404	4,00	296	3,36	249	5	821 3,5	962 2	662 3	760 5	121 1	116 3	144 3	17,2	2
3	Неритон 398411	148	7373	4,08	301	3,38	249	3	828 2	936 5	665 2	761 3	104 6	105 6	145 2	24	4
4	Пранк 396537	107	6762	4,22	286	3,34	226	6 худший	761 6	881 6	605 6	773 1	114 3	126 1	132 6	23	3
5	Стиммер 397570	170	7596	4,06	308	3,30	251	1 лучший	833 1	971 1	671 1	761 1	115 2	118 2	146 1	11	1 лучший
6	Хамок 397568	100	7211	4,27	308	3,37	243	2	821 3,5	9,51 3	656 4	758 6	110 4	107 5	142 4	25,5	6 худший

Новый индекс предполагает использоваться в работе с породами молочного направления. В качестве математического инструмента был выбран многофакторный регрессионный анализ, в результате реализации которого было построено уравнение линейной регрессии, стоящее из трех слагаемых (удой, количество молочного жира и белка). Указанные признаки выбраны, исходя из их приоритетной значимости в селекции молочного скота [3, 5, 6].

В общем виде селекционный индекс UI выглядит следующим образом:

$$UI = - 0,02 \text{ кг } M + 10 \text{ кг } Ж + 46,5 \text{ кг } Б,$$

где M – удой молока за лактацию, кг;

Ж – выход молочного жира за лактацию, кг;

Б – выход молочного белка за лактацию, кг.

Предлагаемый селекционный индекс UI в состоянии, на взгляд авторов, успешно конкурировать с аналогичными показателями, используемыми в развитых в аграрном отношении государствах мира.

Заключение. Разработанный и предлагаемый для применения селекционный индекс UI, на взгляд авторов, является в достаточной степени оптимальным для повседневного использования и внедрения в зоотехническую практику племенных хозяйств молочного направления.

Библиографический список

1. Зубенко, Э. В. Использование метода селекционных индексов для прогнозирования племенной ценности быков черно-пестрой породы по пожизненному удою дочерей / Э. В. Зубенко, Д. К. Некрасов // Вестник АПК Верхневолжья. – 2012. – №4(20). – С. 28-32.
2. Мельникова, Е. Е. Селекционный индекс как экономическая составляющая основы племенной работы в молочном скотоводстве / Е. Е. Мельникова, С. Н. Харитонов, И. Н. Янчуков [и др.] // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – №8. – С. 29-33.
3. Мельникова, Е. Е. Построение селекционного индекса племенной ценности коров по признакам молочной продуктивности / Е. Е. Мельникова // Молочное и мясное скотоводство. – 2016. – №8. – С. 6-9.

4. Салбырын, Р. Анализ способов расчета селекционных индексов / Р. Салбырын, В. Дмитриев // Молочное и мясное скотоводство. – 2008. – № 2. – С. 30-32.
5. Трухачев, В. И. Использование индексов племенной ценности в селекции молочного скота / В. И. Трухачев, Н. З. Злыднев, М. И. Селионова // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства : материалы Международной научно-практической конференции. – 2013. – С. 34-41.
6. Трухачев, В. Индексы племенной ценности в современном молочном скотоводстве / В. Трухачев, Н. Злыднев, М. Селионова // Главный зоотехник. – 2014. – №1. – С. 8-14.
7. Федяев, П. М. Современные тенденции в индексной оценке племенной ценности молочного скота / П. М. Федяев, К. И. Лукьянов // Генетика и разведение животных. – 2016. – №4. – С. 11-19.
8. Weaber, R. L. (Bob) Introduction to Indexes / Robert L. (Bob) Weaber // J. Anim. Sci. – 2010. – 65. – P. 211-224.

References

1. Zubenko, E. V., & Nekrasov, D. K. (2012). Ispolzovanie metoda selektsionnykh indeksov dlya prognozirovaniya plemennoi tsennosti bykov cherno-pestroi porody po pozhiznennomu udoyu docherei [Using the method of breeding indices to predict the breeding value of black-and-white bulls for life time daughters]. *Vestnik APK Verhnevolzhii – Herald of Agroindustrial complex of Upper Volga region*, 4(20), 28-32 [in Russian].
2. Melnikova, E. E., Kharitonov, S. N., Yanchukov, I. N., Ionova, L. V., Ermilov, A. N., & Sermiyagin, A. A. et al. (2018). Selektivnyi indeks kak ekonomicheskaya sostavlyaiushchaya osnovy plemennoi raboty v molochnom skotovodstve [Selection index as an economic component of the basis of breeding work in dairy cattle breeding]. *Ekonomika sel'skohozyaystvennykh i pererabatyvayushchikh predpriyatii – Economy of agricultural and processing enterprises*, 8, 29-33 [in Russian].
3. Melnikova, E. E. (2016). Postroenie selekcionnogo indeksa plemennoi tsennosti korov po priznakam molochnoi produktivnosti [Building a breeding index of the breeding value of cows on the basis of milk productivity]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 8, 6-9 [in Russian].
4. Salbyryn, R., & Dmitriev, V. (2008). Analiz sposobov rascheta selektsionnykh indeksov [Analysis of methods for calculating of breeding indices]. *Molochnoe i miasnoe skotovodstvo – Dairy and Beef Cattle Farming*, 2, 30-32 [in Russian].
5. Trukhachev, V. I., Zlydnev, N. Z., & Selionova, M. I. (2013). Ispolzovanie indeksov plemennoi tsennosti v selektsii molochnogo skota [The use of breeding value indices in dairy cattle breeding]. Current issues of improving the technology of production and processing of agricultural products '13: *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya – International scientific and practical conference* (pp. 34-41) [in Russian].
6. Trukhachev, V. I., Zlydnev, N. Z., & Selionova, M. I. (2014). Indeksy plemennoi tsennosti v sovremennom molochnom skotovodstve [Indices of breeding value in modern dairy cattle breeding]. *Glavnyi zootekhnik – Glavnyi zootekhnik*, 1, 8-14 [in Russian].
7. Fediaev, P. M., & Lukianov, K. I. (2016). Sovremennye tendentsii v indeksnoi ocenke plemennoi tsennosti molochnogo skota [Current trends in the index evaluation of the breeding value of dairy cattle]. *Genetika i razvedenie zhivotnykh – Genetics and breeding animals*, 4, 11-19 [in Russian].
8. Weaber, R. L. (Bob) (2010). Introduction to Indexes. *J. Anim. Sci.*, 65, 211-224.