

Рейн ТЕЙНБЕРГ, Велло КАСК

О ВОЗМОЖНОМ ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИИ МОЛОЧНОГО СКОТА ПРИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ЭМБРИОНОВ

Достижения в биологии воспроизводства сельскохозяйственных животных позволяют ожидать повышения эффективности их селекции уже в ближайшем будущем. Теоретические расчеты, касающиеся ожидаемой эффективности отбора в условиях применения искусственного осеменения и пересадки эмбрионов у молочного скота приведены в ряде обзоров (Jandrain, 1977a, b; Church, Shea, 1977; Nicholas, 1977; Petersen, Hansen, 1977; Fewson, 1978; Bradford, Kennedy, 1980; Van Vleck, 1981). Следует иметь в виду, что между кратковременными и долгосрочными эффектами селекции в популяциях имеются существенные различия. Кратковременный эффект селекции по одному признаку за одно поколение (генетический сдвиг) можно прогнозировать по общеизвестной формуле (Van Vleck, 1977, 1981)

$$\Delta G = r_{G\hat{G}} \cdot i \cdot \sigma_G, \quad (1)$$

где ΔG — генетический сдвиг в популяции, $r_{G\hat{G}}$ — корреляция между фактической и прогнозируемой аддитивно-генетической ценностью (точность оценки генотипа животного), i — интенсивность селекции, σ_G — стандартное отклонение аддитивно-генетической ценности.

В формуле (1)

$$r_{G\hat{G}} = \sqrt{\frac{nh^2}{1+(n-1)R}},$$

где n — количество данных (напр., лактаций) одного животного, h^2 — коэффициент наследуемости в узком смысле, R — коэффициент повторяемости; и

$$i = \frac{SD}{\sigma_P},$$

где SD — селекционный дифференциал, σ_P — фенотипическое стандартное отклонение.

Последняя величина в (1) практически не варьируется, первые две изменяются в зависимости от системы разведения.

Долговременный генетический сдвиг в популяции можно выразить формулой Дж. Ренделя и А. Робертсона (Rendel, Robertson, 1950), так как интенсивность селекции и точность оценки генотипа по отцовской и материнской линии различаются. Для одного поколения эффект селекции равняется

$$\Delta G = \frac{\Delta G_S + \Delta G_D}{2},$$

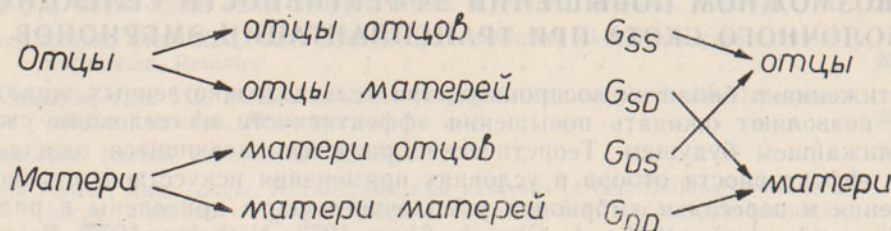
где ΔG_S — ожидаемый генетический сдвиг по отцам, ΔG_D — по матерям.

Для прогнозирования долговременной суммарной эффективности селекции вышеназванные авторы предлагают формулу

$$\Sigma \Delta G = \frac{\Delta G_{SS} + \Delta G_{SD} + \Delta G_{DS} + \Delta G_{DD}}{T_{SS} + T_{SD} + T_{DS} + T_{DD}} \quad (2)$$

где генетические сдвиги учитываются по четырем путям

Потенциальные родители	Селектированные в качестве родителей	Генетическое превосходство (сдвиг)	Потенциальные родители следующего поколения
------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	---



Исходя из (1), можно трансформировать (2)

$$\Sigma \Delta G = [(r_{G\hat{G}_{SS}} \cdot i_{SS}) + (r_{G\hat{G}_{SD}} \cdot i_{SD}) + (r_{G\hat{G}_{DS}} \cdot i_{DS}) + (r_{G\hat{G}_{DD}} \cdot i_{DD})] \cdot \frac{\sigma_G}{\Sigma T},$$

где ΣT — сумма всех интервалов генерации.

Из вышеприведенного можно установить, что генетическое улучшение популяции происходит: от превосходства (селекционного дифференциала) отцов будущих отцов (ΔG_{SS}), от превосходства отцов будущих матерей (ΔG_{SD}), от качества матерей отцов (ΔG_{DS}) и матерей будущих матерей (ΔG_{DD}). Генетическое улучшение зависит и от соответствующих интервалов между поколениями (T). Приведенная формула (2) имеет ряд модификаций (Specht, McGilliard, 1960; Searle, 1961; Skjervold, 1966; Bichard и др., 1973; Brascamp, 1973; Hunt и др., 1974; Hill, 1974). Для большинства случаев, однако, (2) имеет достаточную точность.

Селекционный эффект пересадки эмбрионов состоит прежде всего в повышении интенсивности селекции среди матерей (увеличение ΔG_{DS} и ΔG_{DD}). Точность оценки генотипа матерей также повышается, но в меньшей степени. Применением пересадки эмбрионов для получения следующего материнского поколения возможно отселектировать только 10% самых лучших коров, в то время как при обычной селекции матерями следующего поколения избирают около 90% коров (9 из 10). Уменьшение доли матерей до 10% возможно благодаря получению в среднем 10 телят от одного донора в год. При таких условиях интенсивность селекции среди матерей будущих матерей i_{DD} равняется 1,755, вместо обычной 0,195 (Van Vleck, 1981). Исходя из (1), показатели генетического сдвига удоя молока по материнской линии значительно повышаются

1) $\Delta G_{DD} = 0,60 \cdot 0,195 \cdot 500 = 58,5$ кг,

2) $\Delta G_{DD} = 0,60 \cdot 1,755 \cdot 500 = 526,5$ кг за поколение.

Так как мать передает половину своих генов потомку, мы можем рассчитывать эффект от селекции матерей в первом случае 29,1 кг за одно поколение (или 4,8 кг в год, если считать интервалом между поколениями 6 лет), а во втором — 263,2 кг (43,9 кг в год). Разница около 5,5 раза.

Данные таблицы показывают суммарный эффект отбора при разных системах разведения молочного скота. Получение 10 телят от одного донора за год дает возможность увеличивать интенсивность селекции по материнской линии, суммарный эффект в удое молока равняется 124,8 кг в год вместо 94,3 кг при обычной схеме селекции (повышение на 30,5 кг или 32%). Если провести строгий отбор среди быков-производителей, т. е. избирать в качестве отцов следующего поколения отцов только 2% самых лучших быков (см. табл., вариант 3), то использование пересадки эмбрионов приводит к повышению эффективности селекции до 148,2 кг в год (повышение по сравнению с вариантом 1 на 53,9 кг или 57%).

Л. Д. Ван Влек (Van Vleck, 1981) при аналогичных вычислениях получил эффект от применения трансплантации эмбрионов 76 фунтов в год (34,5 кг). Автор утверждает, что пересадка эмбрионов пока еще не окупается повышением удоя. Поэтому стоимость трансплантации следует существенно снизить.

Влияние трансплантации эмбрионов на генетический сдвиг молочной продуктивности (с расчетом получения 10 телят от одного донора за год)

	Путь генетического сдвига				Суммарный генетический сдвиг ($\Sigma\Delta G$), кг/год
	SS	SD	DS	DD	
Точность оценки генотипа ($r_{\hat{a}\hat{a}}$)	0,8	0,8	0,6	0,6	
Интервал между поколениями, лет (T)	5	5	6	6	$\Sigma T = 22$
1. Существующая система разведения с применением искусственного осеменения					
— доля отселектированных, %	4	20	6	90	
— интенсивность селекции, i	2,153	1,400	1,985	0,195	94,3
2. Пересадка эмбрионов, искусственное осеменение					
— доля отселектированных, %	4	20	1	10	
— интенсивность селекции, i	2,153	1,400	2,660	1,755	124,8
3. Пересадка эмбрионов, искусственное осеменение, строгий отбор быков					
— доля отселектированных, %	2	2	1	10	
— интенсивность селекции, i	2,420	2,420	2,660	1,755	148,2

Вычисления по эффективности селекции проведены с учетом равной точности оценки генотипа коров во всех вариантах отбора. Действительно, к оценке молочной продуктивности коровы за несколько лет данные ее дочерей добавляют мало точности, кроме того, увеличивается интервал между генерациями. Существенно не повышается и интенсивность селекции среди быков (пути SS и SD), так как потребность спермы уменьшается мало. Более того, повышенное внимание к трансплантации эмбрионов может снизить значение отбора производителей, следовательно и интенсивность селекции.

В настоящей статье проведены вычисления эффективности селекции только при существующем методе трансплантации эмбрионов у коров. Не затронуты вопросы эффективности селекции при клонировании, при трансплантации ядер зигот и т. д., так как эти методы требуют еще методической доработки, прежде чем приступить к их применению на практике.

ЛИТЕРАТУРА

- Bichard, M., Pease, A. H. R., Swales, P. H., Özkütük, K.* Selection in a population with overlapping generations. — *Anim. Prod.*, 1973, 17, 215—227.
- Bradford, G. E., Kennedy, B. W.* Genetic aspects of embryo transfer. — *Theriogenology*, 1980, 13, 13—26.
- Brascamp, E. W.* Model calculations concerning economic optimalization of AI-breeding with cattle. I. The economic value of genetic improvement in milk yield. — *Z. Tierz. Züchtungsbiol.*, 1973, 90, 1—15.
- Church, R. B., Shea, B. F.* The role of embryo transfer in cattle improvement programs. — *Can. J. Anim. Sci.*, 1977, 57, 33—45.
- Fewson, D.* Stellungnahme zur Bedeutung des Embryotransfers für die Rinderzucht und Rinderproduktion. — *Züchtungskunde*, 1978, 50, 413—416.
- Hill, W. G.* Prediction and evaluation of response to selection with overlapping generations. — *Anim. Prod.*, 1974, 18, 117—139.
- Hunt, M. S., Burnside, E. B., Freeman, M. G., Wilton, J. W.* Genetic gain when sire sampling and proving programs vary in different artificial insemination population sizes. — *J. Dairy Sci.*, 1974, 57, 251.
- Jandrain, M.* Genetic effects of ovum transfer. I. The case of a closed herd. — *Ann. Med. Vet.*, 1977a, 121, 117—128.
- Jandrain, M.* Genetic effects of ovum transfer. II. The case of a population of dairy cattle. — *Ann. Med. Vet.*, 1977b, 121, 175—192.
- Nicholas, F. W.* The potential effect of multiple ovulation and embryo transfer on response to selection in dairy cattle. — In: *Proc. 3rd Int. Congr. SABRAO*. Canberra, 1977, 1—5.
- Petersen, P. H., Hansen, M.* Breeding aspects of embryo transplantation utilized in the bull dam path within a dual-purpose cattle population. — *Livestock Prod. Sci.*, 1977, 4, 305—392.
- Rendel, J. M., Robertson, A.* Estimation of genetic gain in milk yield by selection in a closed herd of dairy cattle. — *J. Genetics*, 1950, 50, 1—8.
- Searle, S. R.* Estimating herd improvement from selection programmes. — *J. Dairy Sci.*, 1961, 44, 1103—1112.
- Skjervold, H.* Selection schemes in relation to artificial insemination. — In: *Proc. 9th Int. Congr. Anim. Prod.* Edinburgh, 1966, 250—261.
- Specht, L. W., McGilliard, L. D.* Rates of improvement by progeny testing in dairy herds of various sizes. — *J. Dairy Sci.*, 1960, 43, 63.
- Van Vleck, L. D.* Theoretical and actual genetic progress in dairy cattle. — In: *Proc. Int. Conf. Quantitative Genetics*. Iowa, 1977, 543—567.
- Van Vleck, L. D.* Potential genetic impact of artificial insemination, sex selection, embryo transfer, cloning and selling in dairy cattle. — In: *New Technologies in Animal Breeding*. New York, 1981, 221—242.

Институт экспериментальной биологии
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию
14/II 1985

PIIMAKARJA SELEKTSIOONI EFEKTIIVSUSE VÖIMALIKUST TÖUSUST
EMBRÜOSIIRDAMISE RAKENDAMISEL

Artiklis on toodud teoreetiliste arvutuste tulemused valiku efektiivsuse tõusu kohta emb-
rüosiirdamise laialtlevituse kasutamisel piimakarja populatsioonis. Summaarne valiku-
efekt embrüosiirdamise ja kunstliku seemenduse rakendamisel on 125 kg piima aastas,
olemasoleva aretussüsteemi korral on oodatav efekt 94 kg aastas (vahe 31 kg ehk 33%
embrüosiirdamise meetodi kasuks). Seda juhul, kui pulliisadeks valitakse 4% parimaid
pulle, lehmade isadeks on 20% parimaid pulle ja pulliemade protsent vähendatakse
embrüosiirdamisega 6-lt ühele, lehmade emade protsent aga 90-lt 10-le. Arvestatud on
keskmiselt 10 vasika saamine ühelt doonorilt aastas. Embrüosiirdamisega samaaegne
pullide valiku intensiivsuse suurendamine võimaldab summaarset valikuefekti suurendada
148 kg-ni aastas.

POTENTIAL INCREASE OF SELECTION EFFECT IN DAIRY
CATTLE BY USING EMBRYO TRANSFER METHOD

The results of theoretical calculations about potential increase of selection effect in
dairy cattle population by using a large-scale embryo transfer breeding program are
presented. Total genetic gain in milk yield per year by using artificial insemination and
embryo transfer simultaneously would be 125 kg instead of 94 kg by using artificial
insemination alone. The calculations were made for the situation when parents of the
next generation would be selected in the following way: sires of sires — 4 per cent,
sires of dams — 20 per cent, dams of sires — 1 per cent and dams of dams — 10 per
cent. That needs about ten calves per donor per year. Increasing the intensity of
selection among bulls enables the increasing of total genetic gain in milk yield to
148 kg per year.

Cattle	1974-1977		1977	1978
	1974-1975	1976-1977		
1. Total	94	125	125	125
2. Sires of sires	4	4	4	4
3. Sires of dams	20	20	20	20
4. Dams of sires	1	1	1	1
5. Dams of dams	10	10	10	10
6. Embryo transfer	59	85	85	85
7. Artificial insemination	35	40	40	40