

При проведении работ по выделению ооцитов методом ОПУ значение среднего числа пунктированных фолликулов на одну сессию ОПУ составило 7,36, а степень извлечения ОКК – 54,35% соответственно. При этом показатель среднего числа фолликулов был вариабельным и зависел от донора. 85% ОКК, выделенных из фолликулов животных-доноров, были признаны пригодными для получения эмбрионов в системе *in vitro*. Уровень ядерного созревания ОПУ-ооцитов и их дробления после оплодотворения *in vitro* не отличались от значений, полученных для *post mortem* ооцитов. Тем не менее, обнаружены различия в доли оплодотворенных ооцитов, достигших стадии бластоцисты, которая была для ОПУ ооцитов в 1,6 раза ниже, чем для *post mortem* ооцитов. При этом качество и жизнеспособность полученных бластоцист существенно не отличалась (в среднем в Бл было 77 ядер, доля вылупления Бл составила 59%).

**Заключение.** Нами сделан вывод, что предложенная технология ИВЕР позволяет эффективно получать эмбрионы крупного рогатого скота как с использованием ОПУ, так и *post mortem* ооцитов. При этом, более низкие показатели развития бластоцист (стадии эмбрионального развития на которой происходит замораживание и трансплантация) из донорских ооцитов, очевидно, являются следствием применения к ним менее жестких критериев оценки качества с точки зрения их пригодности к культивированию *in vitro*.

*Литература.* 1. Ferré, L.B., Kjelland M.E., Strøbech L.B., Hyttel P., Mermillod P., Ross P.J. Review: Recent advances in bovine *in vitro* embryo production: reproductive biotechnology history and methods / L.B. Ferré, M.E. Kjelland, L.B. Strøbech, P. Hyttel, P. Mermillod, P.J. Ross // *Animal*. – 2020. – Vol. 14(5). – P. 991-1004. 2. Boni, R. Ovum pick-up in cattle: A 25 years retrospective analysis / R. Boni // *Animal Reproduction*. – 2012. – Vol. 9(3). – P. 362-369. 3. Qi, M. Transvaginal Ultrasound guided Ovum Pick-up (OPU) in Cattle / Qi, M., Yao Y., Ma H., Wang J., Zhao X. et al. // *Journal of Biomimetics, Biomaterials, and Tissue Engineering*. – 2013. – Vol. – 18. – P.118. 4. Sanches, B.V. Intensive use of IVF by large-scale dairy programs / B.V. Sanches, A.F. Zangirolamo, M.M. Seneda // *Animal Reproduction*. – 2019. – Vol. 16(3). P. 394-401. 5. Viana, J. 2019 Statistics of embryo production and transfer in domestic farm animals / J. Viana // *Embryo Technology Newsletter*. – 2020. – Vol. 38(4). – P. 7-26. 6. Sirard, M.A. 40 years of bovine IVF in the new genomic selection context / M.A. Sirard // *Reproduction*. – 2018. – Vol. 156(1). – P. R1-R7. 7. van Wagendonk-de Leeuw, A.M. Ovum pick up and *in vitro* production in the bovine after use in several generations: a 2005 status / A.M. van Wagendonk-de Leeuw // *Theriogenology*. – 2006. – Vol. 65(5). – P. 914-925. 8. Baldassarre, H. Laparoscopic ovum pick-up for *in vitro* embryo production from dairy bovine and buffalo calves / H. Baldassarre, V. Bordignon // *Animal Reproduction*. – 2018. – Vol. 15(3). – P. 191-196. 9. Singina, G.N. Final maturation of bovine oocytes in a FERT-TALP medium increased their quality and competence to *in vitro* embryo development // G.N. Singina, E.N. Shedova // *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya [Agricultural Biology]*. – 2019. – Vol. 54(6). – P. 1206-1213. 10. Parrish, J.J. Bovine *in vitro* fertilization: *in vitro* oocyte maturation and sperm capacitation with heparin / J.J. Parrish // *Theriogenology*. – 2014. – Vol. 81(1). – P. 67-73. 11. Singina, G.N. Delaying effects of prolactin and growth hormone on aging processes in bovine oocytes matured *in vitro* / G.N. Singina, E.N. Shedova, A.V. Lopukhov, O.S. Mityashova, I. Y. Lebedeva // *Pharmaceuticals (Basel)*. – 2021. – Vol. 14(7). – P. 684.

УДК 636.4.082:519.6

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СТАТИСТИЧЕСКИХ ТЕНДЕНЦИЙ СЕЛЕКЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВИНЕЙ ПОРОДЫ ЛАНДРАС

**Соляник В.В., Соляник С.В.**

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», г. Жодино, Республика Беларусь

*Моделирование статистических тенденций учитываемых селекционных показателей свиней породы Ландрас в границах минус / плюс две сигмы, показало, что масса гнезда при отъеме, как и масса поросенка при отъеме, имеют достоверное различие в паре среднее значение и  $M + 2\sigma$ . Для товарного свиноводства нет необходимости использовать комплексные индексы в племенной работе, так как это не дает существенного экономического эффекта. **Ключевые слова:** зоотехния, свиньи, порода Ландрас, статистика, компьютерное моделирование*

## MODELING STATISTICAL TRENDS IN SELECTION INDICATORS OF LANDRACE PIGS

**Solyanik V.V., Solyanik S.V.**

RUE "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Husbandry", Zhodino, Republic of Belarus

*Modeling of statistical trends of the considered selection parameters of Landrace pigs within the limits of minus / plus two sigmas showed that the weight of the nest at weaning, as well as the weight of the pig at weaning, have a significant difference in the pair mean value and  $M + 2\sigma$ . For commercial pig breeding, there is no need to use complex indices in breeding work, since this does not provide a significant economic effect. **Keywords:** animal science, pigs, Landrace breed, statistics, computer modeling.*

**Введение.** Для проведения селекционной работы с конкретным стадом на животноводческом объекте (здание, ферма, комплекс, фабрика и др.) необходимо помнить, что согласно закона нормального распределения процент (доля) животных со значением признака, превышающих среднюю, или меньше ее, на величину стандартного отклонения ( $\pm\sigma$ ) содержит 68,75% всех случаев, удвоенного стандартного отклонения от средней ( $\pm 2\sigma$ ) – 95,45%,  $\pm 3\sigma$  – 99,73% всех случаев. Поэтому для получения новых знаний исследователи в области зоотехнии вынуждены обращаться к опубликованным в открытой печати материалам, в которых указаны данные после зоометрической обработки:  $n$  – количество особей в группе;  $M$  – среднее арифметическое значение параметра;  $m$  – ошибка среднего арифметического значения параметра;  $\sigma$  – «сигма» – среднеквадратическое (стандартное) отклонение параметра;  $C_v$  – коэффициент вариации (изменчивости) параметра [1].

Ученые-селекционеры утверждают, что роль регрессионных прямолинейных моделей в зоотехнических исследованиях очень велика, по сути – бесценна, особенно для оценки степени взаимосвязи между переменными и для моделирования будущей зависимости, а также для установления степени влияния зависимых и независимых переменных на их средние величины (дисперсионный анализ (ANOVA)) [2].

В практической зоотехнии важно определять направления взаимосвязи парных параметров, а затем проводить математическую формализацию выявленных закономерностей.

**Материалы и методы исследований.** В табличном процессоре MS Excel разработана [3, 4] блок-программа расчета комплексной оценки для свиней пород Ландрас (таблица 1). Для использования блок-программы ее необходимо скопировать в электронную таблицу в диапазон ячеек A1:P10.

**Таблица 1 – Блок-программа расчета комплексной оценки свиней породы Ландрас**

№	A	B	C
1	2	3	4
1		Месяц рождения	ССП – среднесуточный прирост от рождения до реализации в 100 кг, г
2		1	833
3	Месяц рождения	=B2	=-3,8375379+0,040518365*C2-0,00003973396*C2^2
4	ССП – среднесуточный прирост от рождения до реализации в 100 кг, г	=530,38615+9,792929*B2-0,89652761*B2^2	=C2
5	M – многоплодие, гол.	=14,859558-0,360362*B2+0,026105*B2^2	=43,279225*C2^0-0,180362
6	КПО – количество поросят при отъеме, гол.	=12,349*0,927439^(1/B2)	=13,60558-800,75799/C2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
7	МГО – масса гнезда при отъеме, кг	$=75,5396+4,5014*B2-0,812707*B2^2+0,0387158*B2^3$	$=337,884-1,6104*C2+0,00309716*C2^2-0,0000018523*C2^3$
8	МГ – масса гнезда при рождении, кг	$=14,716+0,73267*B2-0,150057*B2^2+0,0088439*B2^3$	$=-48,8498+0,429654*C2-0,00086996*C2^2+0,000000548219*C2^3$
9	МПО – масса поросенка при отъеме, кг	$=6,656489+0,2197*B2-0,04079866*B2^2+0,00190317*B2^3$	$=28,3-0,12298*C2+0,000219326*C2^2-0,000000121548*C2^3$
10	$I_{6c}$	$=139,2+1,063467*B2-0,407139*B2^2+0,03136*B2^3$	$=-230,499+2,59098*C2-0,00541777*C2^2+0,000003499448*C2^3$

Таблица 1 – продолжение

	D	E	F
1	М – многоплодие, гол.	КПО – количество поросят при отъеме, гол.	МГО – масса гнезда при отъеме, кг
2	10	8	102
3	$=3,9034698+0,193448*D2-0,00174578*D2^2$	$=6,0748+0,012*E2$	$=0,6631869+0,23101144*F2-0,0028202*F2^2+0,0000101849*F2^3$
4	$=1344,5256-110,33*D2+4,129*D2^2-0,0271643*D2^3$	$=462,87165+9,2144656*E2-0,184137*E2^2+0,00091027*E2^3$	$=776,38068-11,698137*F2+0,15319349*F2^2-0,00054661235*F2^3$
5	$=D2$	$=14,3646*E2^2-0,0130799$	$=7,79095+0,5755*F2-0,01415*F2^2+0,00013027*F2^3-0,0000004*F2^4$
6	$=12,751069-8,61342/D2$	$=E2$	$=8,06459-0,347747*F2+0,01264156*F2^2-0,000128825*F2^3+0,000000421665*F2^4$
7	$=94,16489-1,1242299*D2+0,009984*D2^2$	$=-14,99386+9,762*E2-0,143654*E2^2+0,00057075*E2^3$	$=F2$
8	$=-14,830708+3,8027878*D2-0,1237666*D2^2+0,0007837*D2^3$	$=18,68049-0,3075768*E2+0,0055978*E2^2-0,00002566873*E2^3$	$=3,7019+0,60535*F2-0,0086525*F2^2+0,000037*F2^3$
9	$=10,924-0,56579*D2+0,0212829*D2^2-0,000139*D2^3$	$=6,871957+0,0022913356*E2-0,00032637*E2^2+0,000002322887*E2^3$	$=5,15225-0,039*F2+0,0010312*F2^2-0,0000036*F2^3$
10	$=81,784+1,9124*D2+0,18874*D2^2-0,0016842*D2^3$	$=160,163-2,145511*E2+0,0357684*E2^2-0,0001533*E2^3$	$=97,97865+2,73216*F2-0,0419*F2^2+0,00017818*F2^3$

Таблица 1 – продолжение

№	G	H	I
1	2	3	4
1	МГ – масса гнезда при рождении, кг	МПО – масса поросенка при отъеме, кг	$I_{6c}$
2	<b>20</b>	<b>12,75</b>	<b>142,45</b>
3	$=5,298*G2^2(0,00363*G2)$	$=8,07579-0,27*H2$	$=1/(-0,000289*I2+0,20134)$
4	$=57,739115+141,979*G2-11,127*G2^2+0,257*G2^3$	$=962,477-196,37*H2+26,2*H2^2-0,95544*H2^3$	$=-2101,43+63,893*I2-0,48588*I2^2+0,0011737*I2^3$
5	$=-19,059128+5,626*G2-0,3141675*G2^2+0,0058126*G2^3$	$=13,55318*H2^2(0,001949*H2)$	$=21,745-0,1543*I2+0,00069*I2^2$
6	$=7,715+0,599576*G2-0,0195*G2^2$	$=3,9389*(0,8385*H2)*(H2^1,218722)$	$=12,21379-0,00071*I2$

1	2	3	4
7	$= -154,7569 + 52,88 * G2 - 3,7275 * G2^2 + 0,08329 * G2^3$	$= 18,64 + 0,1598 * H2 + 2,1314889 * H2^2 - 0,12 * H2^3$	$= 278,0377 - 2,571839 * I2 + 0,00814655 * I2^2$
8	$= G2$	$= -6,4748 + 11,6488 * H2 - 1,86659 * H2^2 + 0,093 * H2^3$	$= 0,0007499 * (0,9925^{I2}) * (I2^2, 228678)$
9	$= -0,859 + 1,978 * G2 - 0,153789 * G2^2 + 0,0037117 * G2^3$	$= H2$	$= 19,183 - 0,1598 * I2 + 0,000503 * I2^2$
10	$= 260,96 - 32,84 * G2 + 2,3188 * G2^2 - 0,046329 * G2^3$	$= 47,287 + 54,28 * H2 - 8,889 * H2^2 + 0,427 * H2^3$	$= I2$

**Результаты исследований.** Применение разработанной блок-программы позволило установить статистические значения исследуемых показателей  $M \pm 2\sigma$  (таблица 2).

**Таблица 2 – Среднее значение и ошибка средней ( $M \pm m$ ), минус/плюс две сигмы ( $\pm 2\sigma$ )**

Показатели	-2σ	M	+2σ
ССП – среднесуточный прирост от рождения до реализации в 100 кг, г	566,77 ± 53,89	543,68 ± 2,46	591,82 ± 25,23
M – многоплодие, гол.	12,50 ± 1,38	13,85 ± 0,08	15,52 ± 1,09
КПО – количество поросят при отъеме, гол.	10,07 ± 1,71	12,23 ± 0,05	13,82 ± 1,63
МГО – масса гнезда при отъеме, кг	61,65 ± 13,72	80,50 ± 0,59	98,48 ± 8,64*
МГ – масса гнезда при рождении, кг	13,33 ± 2,18	15,76 ± 0,07	16,88 ± 1,10
МПО – масса поросенка при отъеме, кг	6,72 ± 0,47	6,79 ± 0,03	7,67 ± 0,33*
I <sub>6с</sub>	135,36 ± 9,45	139,00 ± 0,31	151,47 ± 10,39

\* P<0,05

Моделирование селекционного процесса в породе Ландрас показало отсутствие достоверных различий, за исключением массы гнезда при отъеме (МГО) и массы поросенка при отъеме (МПО), то есть параметрах – среднее значение и среднее значение плюс две сигмы (M и M+2σ).

В связи с этим возникает риторический вопрос, с какой целью на товарных свинокомплексах, при налаживании надлежащей племенной работы, отбирать для дальнейшего разведения свинок, у которых I<sub>6с</sub> > 160. Ведь эти животные заведомо не подпадают под закон о нормальном распределении, и следовательно условия содержания у их потомков могут оказать негативное влияние на проявление генетического потенциала матерей.

**Закключение.** Моделирование статистических тенденций учитываемых селекционных показателей свиней породы Ландрас в границах минус/плюс две сигмы, показало, что масса гнезда при отъеме, как и масса поросенка при отъеме имеют достоверное различие в паре среднее значение и M + 2σ.

Для товарного свиноводства нет необходимости использовать комплексные индексы в племенной работе, так как это не дает существенного экономического эффекта.

**Литература.** 1. Соляник, А. В. *Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве: монография* / А. В. Соляник, В. В. Соляник, А. А. Соляник. – Горки: БГСХА 2013. – 412 с. 2. *Отчет о научно-исследовательской работе по теме «Разработать программу разведения материнских пород племенных свиней на основе теории селекционного индекса, позволяющую автоматизировать процесс отбора животных по комплексу селекционируемых признаков» (этап 3.10.8).* – Жодино, РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству», 2020. – 88 с. 3. Соляник, А. В. *Зоотехническая статистика в электронных таблицах: монография* / А. В. Соляник, В. В. Соляник, В. А. Соляник. – Горки: БГСХА, 2012. – 434 с. 4. Соляник, А. В. *Теоретическая и практическая разработка специализированного программного обеспечения для свиноводства: монография* / А. В. Соляник, В. В. Соляник, С. В. Соляник. – Горки: БГСХА 2012. – 324 с.