

СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ПЕРЕВАРИМОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЖЕЛУДОЧНО-КИШЕЧНОМ ТРАКТЕ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Н.В. Василевский

Институт животноводства УААН

Приводится сравнение двух методов оценки различий применительно к опытам по определению влияния факторов кормления на переваримость питательных веществ в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота. Показано преимущество метода прямых разностей при условии проведения опытов методом периодов на одних и тех же животных. Рассмотрены вопросы подбора количества животных при планировании эксперимента.

Ключевые слова: **статистика, жвачные, крс, пищеварение, переваримость, питательность**

Проведение научных исследований в области пищеварения крупного рогатого скота ограничено трудностью проведения большого количества отдельных измерений на животных и связано с необходимостью увеличения количества животных в опыте либо с повышением числа повторных измерений на каждом отдельном животном. Подбор большого количества однотипных животных лимитируется экспериментальной базой исследователя, в связи с чем, опыты по изучению пищеварения чаще проводят на молодняке, а не на коровах. Увеличение количества повторов на каждом животном позволяет повысить точность эксперимента за счет снижения влияния случайных ошибок, в то время как влияние систематической ошибки, связанной с индивидуальными особенностями животного, возрастает пропорционально отношению числа повторов к числу животных в эксперименте.

Количество измерений, необходимых для получения заданной надежности, в общем случае заранее неизвестно [1]. На практике используют прием контроля изменения достоверности в ходе накопления экспериментальных данных и прекращают опыт, как только эта величина сравнивается с заданной [2]. К сожалению, зачастую проведение эксперимента и получение окончательного результата для математической обработки в опытах по изучению переваримости питательных веществ в желудочно-кишечном тракте крупного рогатого скота разделено значительным промежутком времени, необходимым для химического анализа биологических образцов. В этом случае приходится заранее планировать количество повторов измерений. Для минимизации числа опытов используют различные способы расчетов, в основе которых используют предполагаемые уровни вариабельности признаков и величину различия между опытом и контролем [1, 3]. Если ограничить доверительный интервал (Δ) величиной стандартного отклонения (σ), т. е. принять $\Delta = \sigma$, то из формулы для расчета критерия Стьюдента (t) следует:

$$t = \frac{\Delta}{m} = \frac{\Delta\sqrt{n}}{\sigma} = \sqrt{n}, \quad (1)$$

где m - среднеквадратическая ошибка, n - количество повторов измерений [2].

В табл. 1 приведены значения достоверности (Р) критерия Стьюдента (t) для малых выборок.

1. Взаимосвязь значимости в долях единицы и коэффициентов критерия Стьюдента для малых выборок

N	2	3	4	5	6	7
T	1,41	1,73	2,00	2,24	2,45	2,65
P	0,60	0,76	0,85	0,91	0,94	0,96

Анализируя приведенные в табл. 1 данные, можно сделать следующие выводы. При оговоренных ранее допущениях, для получения принятой в биологии надежности (P>95 %), необходимо и достаточно проведение 6–7 измерений. Выше сказанное вовсе не означает, что указанный уровень надежности не может быть достигнут при меньшем числе измерений. Однако, в случае достижения высокого уровня надежности после проведения двух–трех измерений, к полученным результатам следует относиться крайне осторожно, так как причиной совпадения может быть либо случайная взаимокомпенсация факторов либо значительное влияние неучтенного воздействия. В случае не достижения значимого уровня надежности после 6–7 измерений следует критически рассмотреть методологию эксперимента [2].

Снижение количества проводимых измерений на животных возможно также с помощью применения различных методов анализа полученных данных [1-2]. Определение существенности различий между двумя вариационными рядами проводят по методу непрямых разностей, вычисляя критерий Стьюдента (t_d) по формуле:

$$t'_d = \frac{M_1 - M_2}{\sqrt{m_1^2 + m_2^2}}, \quad (2)$$

где M – среднее арифметическое,

m – среднеквадратическая ошибка каждого из сравниваемых рядов. Формула (2) справедлива для больших ($n > 20$) или равновеликих малых ($n < 20$) выборок в случае независимых данных.

Для анализа степени различия двух сопряженных рядов X и Y можно применять метод прямых (парных) разностей. В этом случае критерий Стьюдента (t_d) вычисляют по формуле:

$$t''_d = \frac{M_d}{m_d}, \quad (3)$$

где:

$$M_d = \frac{\sum_i (y_i - x_i)}{n}, \quad m_d = \sqrt{\frac{\sum_i ((x_i - y_i) - M_d)^2}{(n-1)n}}, \quad (4, 5)$$

в уравнениях (3, 4, 5): M_d – среднее арифметическое значение разности,

m_d – среднеквадратическая ошибка разности, X_i и Y_i – сопряженные значения двух рядов.

Применение формулы (3) для сравнения двух выборок, полученных на одних и тех же животных методом периодов, позволяет устранить влияние индивидуальных особенностей отдельных животных и повысить эффективность исследований за счет уменьшения количества повторных определений для

получения достоверного результата. Применение метода пси-квадрат В.Борова [1], в основе которого лежит метод прямых (парных) разностей, несколько упрощающего методику расчетов с одновременной потерей точности, на современном этапе развития компьютерной техники не актуально.

В наших опытах по определению влияния перехода с раздельного кормления животных на кормление полнокомпонентной кормосмесью применялся метод периодов. В первом периоде животным в течение подготовительного этапа – 10 дней и опытного – 7 дней скармливали исследуемый рацион в виде отдельных кормов, задаваемых в кормушку дважды в сутки равными порциями. Во втором периоде, проводимом так же в два этапа, тот же рацион задавался дважды в сутки в виде предварительно приготовленной кормосмеси.

Для исключения влияния сепарации корма во время смешивания компоненты рациона взвешивались и смешивались отдельно для каждого животного. Всего использовано 6 коров в конце лактации и начального периода сухостоя, что обеспечило на протяжении всего опыта незначительное изменение живого веса и, соответственно, потребностей на поддержание и продукцию (табл. 2 и 3).

2. Состав рациона

Вид корма	Содержание в рационе, % сухого вещества
Силос кукурузный	64,2
Сено люцерновое	26,7
Дерть ячменная	9,0
Минеральная добавка	0,1

3. Характеристика потребленного корма по периодам опыта

Способ скармливания рациона	Показатель	Потребление СВ, кг	Содержание ДОЭ, МДж	Концентрация ДОЭ, МДж/кг	Уровень кормления МДж/кг
Раздельный	М	10,49	93,32	8,90	0,92
	±m	0,01	1,5	0,15	0,03
	Cv	0,40	3,94	4,12	7,65
Кормосмесь	М	10,40	92,39	8,88	0,85
	±m	0,01	2,10	0,20	0,02
	Cv	0,65	5,55	5,65	6,22

В табл. 4 представлены данные по изменению переваримости основных групп питательных веществ вследствие перехода с раздельной раздачи кормов на кормление полнокомпонентной кормосмесью.

4. Переваримость основных групп питательных веществ

в процентах

Способ скармливания рациона	Показатель	Сухое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Безазотистые экстрактивные вещества
Раздельный	М	58,98	61,60	40,64	64,85	68,67
	±m	1,15	2,30	4,31	1,85	1,35
	Cv	4,78	9,14	26,02	6,99	4,83
Кормосмесь	М	57,69	73,37	49,08	55,35	63,61
	±m	1,62	1,62	2,30	1,54	1,85
	Cv	6,87	5,4	11,50	6,79	7,13

Как видно из таблицы, при этом произошло разнонаправленное изменение переваримости отдельных питательных веществ, в результате чего, общая переваримость сухого вещества несколько снизилась. В среднем коэффициент вариации составлял 7,5 %, а различия между рядами (α) – 12 %. Используя формулу расчета необходимого количества измерений, описанную в [3], получим:

$$n=2(t C_v / \alpha)^2 = 2(1,98 * 7,5 / 12)^2 = 5,44 \approx 6, \quad (6)$$

что свидетельствует о правильно спланированном количестве измерений.

В табл. 5 приведены результаты расчета достоверности изменения переваримости двумя способами: методом не прямых разностей и, поскольку опыт был проведен в два периода на одних и тех же животных, методом прямых разностей или оценкой различий сопряженных средних.

5. Сравнение изменения в переваримости питательных веществ разными способами

Способ обработки данных	Показатель	Сухое вещество	Сырой жир	Сырой протеин	Сырая клетчатка	Безазотистые экстрактивные вещества
Метод не прямых разностей	$M_1 - M_2$	-1,29	+11,77	+8,43	-9,50	-5,05
	$\sqrt{m_1^2 + m_2^2}$	1,99	2,81	4,89	2,40	2,29
	t_d	0,65	4,18	1,72	3,95	2,20
	$P>$	-	0,99	0,80	0,98	0,90
Метод прямых разностей	M_d	-1,29	+11,77	+8,43	-9,50	-5,05
	m_d	1,69	1,60	5,15	1,83	1,16
	t_d	0,76	7,33	1,63	5,18	4,36
	$P>$	-	0,999	0,80	0,99	0,99

В результате расчетов для обоих способов были получены одинаковые абсолютные величины изменения переваримости и разные уровни достоверности различий. Жирным шрифтом выделены данные, уровень надежности которых превышает принятый в биологии ($P > 0,95$). В результате применения метода прямых разностей, по сравнению с методом не прямых разностей, достоверность повышения на 11,77 % переваримости сырого жира изменилась с 99 % до 99,9 %; достоверность снижения на 9,5 % переваримости сырой клетчатки изменилась с 98 % до 99 %, а достоверность снижения на 5,05 % переваримости безазотистых экстрактивных веществ изменилось с 0,90 % до 0,99 %, что превысило принятый минимальный уровень надежности. Повышение переваримости сырого протеина на 8,43 %, скорее всего, имеет место, а большой разброс данных, не позволяющий сделать окончательный вывод, свидетельствует о несовершенстве методики измерения.

Выводы:

1. Применение метода прямых разностей или оценки различий сопряженных средних позволяет учесть погрешность, вносимую индивидуальными особенностями животного при проведении опытов по переваримости методом периодов.

2. Переход с отдельной раздачей корма на кормление полнокомпонентной кормосмесью с концентрацией энергии в рационе 8,86-9,05 МДж/кг и уровне

комления 0,83 – 0,95 МДж/кг приводит к достоверному: снижению переваримости сырой клетчатки на 9,5 % и безазотистых экстрактивных веществ на 5,05 %, повышению переваримости сырого жира на 11,77 %.

3. Разнонаправленные изменения переваримости отдельных питательных веществ взаимокompенсируют друг друга, в результате чего переваримость сухого вещества не изменяется.

4. Используемая методика измерения сырого протеина не дает необходимой точности результатов.

Библиографический список

1. Овсяников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. - Москва: Колос, 1976. -303 с.

2. Кокунин В.А. Статистическая обработка данных при малом числе опытов //Український біохімічний журнал. - Т. 47, №6.- К., 1975.- С.776-790.

3. Горбунов Л.В., Л.П.Бучацкий. Крiоконсервация половых клеток и эмбрионов животных. - К.: Киевский университет, 2005. - 325 с.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДА ПРЯМИХ РІЗНИЦЬ ПРИ ВИВЧЕННІ ФАКТОРІВ ГОДІВЛІ НА ПЕРЕТРАВНІСТЬ ПОЖИВНИХ РЕЧОВИН У КИШКОВО-ШЛУНКОВОМУ ТРАКТІ ВЕЛИКОЇ РОГАТОЇ ХУДОБИ

М.В.Василевський, Інститут тваринництва УААН

Наведено порівняння двох методів оцінки достовірності розходжень стосовно дослідів по визначенню впливу факторів годівлі на перетравність поживних речовин у шлунково-кишковому тракті великої рогатої худоби. Показано доцільність застосування методу прямих від'ємностей для обробки даних, що отримані за методикою періодів з використанням одних і тих самих тварин. Розглянуто питання кількості тварин при плануванні експериментів.

Ключові слова: метод прямих різниць, метод парних різниць, спряжені ряди, перетравлюваність, поживні речовини.

CUMULATION DIFFERENCE METHOD APPLICATION BY THE INVESTIGATION OF FOOD FACTORS IMPACT ON THE NUTRITIVE SUBSTANCES DIGESTABILITY IN THE GASTRO-INTESTINAL TRACT OF THE CATTLE

N. Vasilevskiy , The institute of animal science, UAAS

This article highlights the investigation results on two significance tests execution. The investigations have been carried out to estimate food factors impact on the nutritive substances digestability in the gastro-intestinal tract of the cattle. Cumulation difference method proved to be implemented by data processing. The data were obtained by the return period technique application. The same group of the animals has been tested during the execution of the experiment. The animals number has been calculated prior the research fulfilment.

Key words: statistics, ruminant, cattle, digestion, digestability, nutritiveness.