

## **РОЛЬ СИНТЕТИЧЕСКИХ ВИТАМИНОВ А И D В ПЕРЕВАРИМОСТИ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ И ЭНЕРГИИ РАЦИОНА МОЛОДНЯКОМ КРОЛИКОВ**

*Роль жирорастворимых витаминов в переваримости питательных веществ молодняком кроликов*

**Е.Г. Квартникова\*, Г.Ю. Косовский, М.П. Квартников**

ФГБНУ «Научно-исследовательский институт пушного звероводства и кролиководства имени В.А.Афанасьева», Россия, Московская обл., Раменский район, пос. Родники, ул. Трудовая, 6

Е-mail: [niipzk@mail.ru](mailto:niipzk@mail.ru)

Экспериментальные исследования проведены в отделах звероводства и кролиководства и экспериментального кролиководства Научно-исследовательского института пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева на молодняке кроликов породы советская шиншилла в 2019 году. В серии из трех балансовых опытов установлено, что при сухом типе кормления из всех питательных веществ рациона эффективнее всего кролики переваривали жир и растворимые углеводы (безазотистые экстрактивные вещества – БЭВ), более 90% и более 80% соответственно, хуже всего – клетчатку, не более 14%, причем отдельные особи ее не переваривали совсем. Следовательно, при составлении рациона для растущего молодняка кроликов необходимо следить, чтобы уровень клетчатки не превышал 14%. Включение в полнорационный комбикорм витамина А в количестве 500 МЕ на 100 г способствовало повышению коэффициентов переваримости органического вещества, протеина и клетчатки рациона молодняком кроликов, витамина D в количестве 150 МЕ на 100 г – коэффициентов переваримости сухого вещества, органического вещества, протеина, минеральных веществ, растворимых углеводов, клетчатки, валовой энергии (табл. 4, 5, 6). Но при этом кролики всех групп приняли с кормом, выделили с калом и переварили одинаковое количество всех питательных веществ и валовой энергии. Добавление в комбикорм и витамина А, и витамина D привело к увеличению выделения их с калом, но уровень депонирования в печени витамина А не изменился, а витамина D – увеличился более, чем в 2 раза (табл. 7). Этот феномен может быть использован для перевода синтетического витамина D в органическую форму с целью коммерческой привлекательности печени кролика как продукта питания. Динамика живой массы кроликов и ее среднесуточный прирост на протяжении всей серии балансовых опытов достоверно не отличались между группами и соответствовали референтным значениям для растущего молодняка кроликов породы советская шиншилла.

**Ключевые слова:** коэффициент переваримости; жирорастворимые витамины; баланс витаминов; сухой тип кормления; молодняк кроликов.

Во всех отраслях животноводства России для поддержания нормального обмена веществ животных и обеспечения заданной продуктивности используют добавки синтетических витаминов, как правило, в виде витаминно-минеральных премиксов различного состава. В настоящее время известно более 40 витаминов и витаминоподобных веществ, обозначаемых буквами латинского алфавита или особыми названиями. Однако для разных видов животных нормируют только отдельные витамины с учетом их содержания в кормах и возможности синтеза в организме [1,2].

Кролиководство – отрасль животноводства, занимающаяся разведением скороспелых животных с целью получения диетического мяса, шкурковой продукции,

пуха. Кролиководство – одна из древнейших отраслей животноводства, около 2000 лет назад древние римляне разводили кроликов в полувольных условиях (лепорариях). Первые сведения о разведении кроликов в России относятся к началу первого тысячелетия, когда крестьяне и монахи Киевской Руси стали содержать пуховых кроликов [3].

В настоящее время положение кролиководства в системе мясного животноводства неоднозначно. Одни ученые считают, что кролиководство является хорошо развитой и прибыльной отраслью животноводства, благодаря высокой плодовитости, скороспелости животных и качеству низкокалорийного, гипоаллергенного, высокобелкового мяса [4]. Другие специалисты, отмечая незначительное появление крупномасштабных кролиководческих предприятий, считают отрасль наиболее перспективным направлением развития мясного животноводства [5]. Итальянские ученые попытались проанализировать мировое развитие кролиководства за последние 20 лет и предложить собственную концепцию [6]. Ведущие места в мире по производству крольчатины занимают Китай, Италия, Франция, в России производится менее 100 г крольчатины на душу населения в год [7]. Это свидетельствует о том, что в экономике нашей страны есть свободная ниша для развития отрасли кролиководства, а задача ученых – изыскать пути снижения себестоимости производства диетического мяса кролика.

Главной биологической особенностью кроликов является специфика их физиологии пищеварения, базирующаяся на процессах цекотрофии и цекотрофофагии, которую часто отождествляют с копрофагией, что в принципе не верно. Кролики никогда не поедают навоз, они заглатывают цекотрофы – гроздь химуса, прошедшего слепую кишку и обогащенного продуктами метаболизма ее микробиома [8, 9]. Состав микробиома слепой кишки кролика непостоянен, он подвержен изменениям в процессе взросления животного и даже зависит от времени отъема крольчонка от матери [10]. Поэтому для рациональной организации кормления кроликов в первую очередь необходимо учитывать состояние и потребности их микробиома, который может служить резервом снижения коэффициента конверсии корма.

Основным типом кормления при промышленном производстве продукции кролиководства является кормление полнорационным гранулированным комбикормом (ПГК), хотя в личных подсобных и мелких фермерских хозяйствах используют и комбинированный тип кормления.

В области изучения переваримости питательных веществ корма кроликами среди ученых физиологов и нутрициологов наибольшим вниманием пользуются протеин и клетчатка [11, 12], хотя основным источником энергии для кроликов являются

растворимые углеводы, так называемые безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ). Чем больше коэффициент переваримости питательных веществ рациона, тем рациональнее и экономичнее используется корм, а в себестоимости продукции кролиководства затраты на кормление достигают 60%.

В нашей стране витаминное питание кроликов всех возрастных групп в течение последних 40 лет регулируется разработанным сотрудниками НИИ пушного звероводства и кролиководства (НИИПЗК) витаминно-минеральным премиксом П 90-2 [13, 14]. Изредка встречающиеся публикации о других премиксах недостаточно информативны и убедительны [15]. Иностранные ученые витаминно-минеральному питанию кроликов внимания практически не уделяют, а редкие сообщения из этой области не всегда согласуются между собой [16]. В серии физиологических опытов на молодняке кроликов нами установлено, что комплекс жирорастворимых витаминов, входящих в состав премикса П 90-2, не влияет на коэффициенты переваримости питательных веществ и энергии, а также включение в ПГК водорастворимых витаминов бессмысленно, так как их содержание в химусе слепой кишки в 4-6 раз превышает содержание в корме [17, 18]. Вместе с тем, во всех отраслях животноводства в рацион растительноядных животных включают синтетические витамины А и D. Установить, насколько это актуально для кроликов, можно только экспериментальным путем, ведь в составе ПГК содержится достаточно каротина, который может в животном организме преобразовываться в витамин А. Кролики по своему происхождению являются норными сумеречными животными, и у них в процессе филогенеза должен был сформироваться собственный механизм превращения провитаминов в витамин D.

Цель научного исследования – установить влияние каждого из синтетических витаминов А и D в отдельности на переваримость питательных веществ и энергии рациона молодняком кроликов при сухом типе кормления.

### **Материалы и методики исследования**

Экспериментальные исследования проведены в отделах звероводства и кролиководства и экспериментального кролиководства Научно-исследовательского института пушного звероводства и кролиководства имени В.А. Афанасьева на молодняке кроликов породы советская шиншилла в 2019 году.

Серию балансовых опытов проводили согласно методическим указаниям А.И. Овсянникова [19] с собственными модификациями, базирующимися на результатах экспериментов предыдущих лет. Из 12 голов молодняке кроликов по принципу аналогов

по происхождению, возрасту и живой массе сформировали 3 группы по 4 головы в каждой (1 – контрольная, 2 и 3 – опытные). Подопытных кроликов посадили в специальные обменные клетки, снабжённые металлическими поддонами со стоками, позволяющими собирать кал, мочу, и обеспечивающие отсутствие потерь кормов.

Предварительный период каждого балансового опыта составлял 7 дней, учётный – тоже 7. В предварительный период все подопытные кролики получали комбикорм контрольной группы без добавления синтетических витаминов следующего состава, %: шрот подсолнечный – 10,0; мука травяная – 10,0; ячмень – 42,7; овес – 35,0; мел кормовой – 1,0; монокальцийфосфат – 1,0; соль поваренная – 0,3. В учётный период животные опытных групп получали экспериментальный комбикорм с добавлением жирорастворимого витамина согласно схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Схема балансовых опытов

Table 1. Scheme of the digestive trials

Добавка витамина в 100 г комбикорма Vitamin addition per 100 g of the compound diet	Группы Groups		
	1 - контрольная 1 - control	2 – комбикорм + витамин 2 - compound feed + vitamin	3 – комбикорм + витамин 3 - compound feed + vitamin
A, ME	-	500,0	-
D, ME	-	-	150,0

Экспериментальный комбикорм для каждой группы готовили в кормоцехе вивария института с использованием горизонтального смесителя «СГ – 1,5» (Россия) и гранулятора «ANYANG GENERAL ZLSP – 120» (Китай).

Химический состав кормов и выделений кроликов определяли методом полного зоотехнического анализа: первоначальную влагу – путем высушивания навески при температуре 65° С до воздушно-сухого состояния; гигроскопическую влагу – при температуре 105°С до постоянной массы; сырую клетчатку – по методу Генеберга и Штомана; сырой жир – в аппарате Сокслета; сырую золу – методом сухого озоления; азот – методом Кьельдаля, растворимые углеводы (безазотистые экстрактивные вещества - БЭВ) – путем вычитания из 100% суммы всех определенных лабораторно составляющих. Валовая энергия кормов и выделений кроликов определена расчетным путем с использованием тепловых коэффициентов [20]. Содержание витаминов в комбикорме, выделениях и органах кроликов определено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) на хроматографе фирмы Shimadzu марки SPD-20A (Япония). Все

лабораторные исследования выполнены в лаборатории биохимии института. В первый балансовый опыт кроликов взяли в 45-дневном возрасте, и за динамикой их роста следили путем еженедельного взвешивания с точностью 10 г.

Весь цифровой материал, полученный в результате исследований, обработан методами вариационной статистики по трем уровням вероятности Стьюдента [21].

### Результаты исследования и обсуждение

Изучение специфики физиологии пищеварения кроликов подтолкнуло к решению внести некоторые изменения в методику проведения балансовых опытов, в частности, предварительный период был увеличен с рекомендованных 4 суток до 7. Основанием к этому послужила информация о том, что в организме кролика химус, благодаря наличию функции цекотрофофагии, циркулирует до 8 суток.

Перед началом серии балансовых опытов было проведено сравнение питательности экспериментального комбикорма, рассчитанной по табличным данным и определенной в лаборатории методом полного зоотехнического анализа, результаты представлены в таблице 2, из данных которой видно, что расчетные и экспериментальные значения питательности отличаются незначительно. Расчет переваримости питательных веществ проведен на основании результатов полного зоотехнического анализа кормов и выделенного кала по группам (табл. 3).

Таблица 2. Питательность экспериментального комбикорма, %.

Table 2. Nutritive ratio of the experimental diet, %

Комбикорм Completed diet	Сухое веществ о Dry matter	Протеин Protein	Жир Fat	Клетчатка Fibre	Зола Ash	БЭВ NFEF	Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal
Расчетные значения Expected values	-	16,40	2,70	8,50	-	63,70	425,8
Результаты лабораторного анализа Laboratory results	2,63	16,65	2,21	9,05	5,41	49,31	365,2

Таблица 3. Переварено питательных веществ и валовой энергии в первом балансовом опыте, г на голову в сутки.

Table 3. Digested nutrients and gross energy in the first digestive trial, g per a head per day

Показатели Parameters	Группы / Groups		
	1 – контроль (комбикорм) 1 - control (feed stuff)	2 – комбикорм + витамин А) 2 - feed stuff + vitamin А)	3 –комбикорм + витамин D) 3 - feed stuff + vitamin D)
Сухое вещество Dry matter	57,87 ± 1,46	56,89 ± 2,90	62,05 ± 1,39
Органическое вещество Organic matter	54,74 ± 1,34	53,93 ± 2,74	58,34 ± 1,28
Протеин/ Protein	10,89 ± 0,36	9,54 ± 0,35	10,61 ± 0,23
Жир / Fat	2,18 ± 0,03	2,06 ± 0,11	1,87 ± 0,03
Зола / Ash	3,13 ± 0,12	2,97 ± 0,17	2,03 ± 0,29
Клетчатка / Fibre	0,29 ± 0,40	0,21 ± 0,38	1,19 ± 0,25
БЭВ / NFE	42,29 ± 0,78	38,80 ± 1,94	41,12 ± 0,47
Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal	283,15 ± 5,19	257,59 ± 11,84	277,38 ± 4,26

Note: NFE - nitrogen free extractables

Из данных таблицы 3 видно, что достоверной разницы между группами в количестве переваренных питательных веществ и валовой энергии нет.

На основании результатов таблицы 3 и принятых кроликами с кормом питательных веществ и энергии рассчитаны их коэффициенты переваримости (табл. 4).

Таблица 4. Коэффициенты переваримости питательных веществ и валовой энергии в первом балансовом опыте, %.

Table 4. Coefficients of nutrients digestibility and gross energy in the first digestive trial, %

Показатели Parameters	1 группа (контроль) 1 group (control)	2 группа (витамин А) 2 group (vitamin А)	3-я группа (витамин D) 3 group (vitamin D)
	Сухое вещество Dry matter	66,28 ± 1,40	68,46 ± 3,05
Органическое вещество Organic matter	67,14 ± 1,37	73,30 ± 1,33*	75,52 ± 2,03***
Протеин / Protein	61,26 ± 2,25	62,99 ± 0,98	65,63 ± 1,91
Жир / Fat	92,51 ± 1,07	92,65 ± 0,81	91,75 ± 0,54
Зола / Ash	54,18 ± 1,99	55,16 ± 1,38	64,76 ± 2,77**
Клетчатка / Fibre	3,03 ± 4,08	2,64 ± 4,55	12,93 ± 2,79
БЭВ / NFE	80,33 ± 1,28	81,54 ± 0,69	82,98 ± 1,23
Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal	67,78 ± 1,22	68,93 ± 0,86	71,29 ± 1,52

\*-p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001

Note: NFE - nitrogen free extractables

Из данных таблицы 4 видно, что коэффициенты переваримости сухого вещества, органического вещества и минеральных веществ (зола) достоверно выше в 3-й группе с добавлением витамина D, а во 2-й группе – только органического вещества. Коэффициент переваримости клетчатки в 3-й группе превышает этот показатель в двух других более чем в 4 раза, но разница не достоверна, она соответствует только тенденции ( $p < 0,1$ ). Это, вероятно, связано с высокой вариабельностью переваримости клетчатки отдельными животными: некоторые кролики не переваривали ее совсем или показывали даже отрицательный баланс. Самые высокие коэффициенты переваримости у жира и БЭВ, но в кролиководстве их не принято нормировать, очевидно, этот факт требует дополнительного научного обоснования.

Аналогичные результаты по второму и третьему балансовым опытам представлены в таблицах 5 и 6. Кролики второго балансового опыта старше, чем в первом на 7 суток, в третьем – на 14.

Таблица 5. Результаты второго балансового опыта на молодняке кроликов.

Table 5. Results of the second digestive trial with young rabbits

Показатели Parameters	Группы / Groups		
	1 – контроль (комбикорм) 1 - control (complete diet)	2 – комбикорм + витамин А) 2 - complete diet + vitamin A)	3 –комбикорм + витамин D) 3 - complete diet + vitamin D)
Переварено, г на голову в сутки / Digested, g per a head per a day			
Сухое вещество Dry matter	68,32 ± 4,04	63,24 ± 4,84	68,66 ± 2,66
Органическое вещество Organic matter	64,95 ± 3,76	59,81 ± 4,60	64,75 ± 2,57
Протеин / Protein	12,85 ± 0,88	11,87 ± 0,84	12,14 ± 0,51
Жир / Fat	2,64 ± 0,13	2,40 ± 0,22	2,03 ± 0,09
Зола / Ash	3,37 ± 0,31	3,43 ± 0,27	3,91 ± 0,10
Клетчатка / Fibre	-0,33 ± 0,40	0,46 ± 0,39	1,43 ± 0,33
БЭВ / NFE	50,60 ± 2,62	45,18 ± 3,02	45,96 ± 1,74
Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal	334,79 ± 18,52	305,27 ± 22,12	298,12 ± 9,58
Коэффициенты переваримости, % / Digestibility coefficients, %			
Сухое вещество	67,03 ± 0,47	70,36 ± 0,38	77,96 ± 3,64*

Dry matter			
Органическое вещество Organic matter	67,98 ± 0,06	71,74 ± 0,53***	79,07 ± 4,15*
Протеин / Protein	60,40 ± 1,45	66,69 ± 0,68**	69,62 ± 2,95*
Жир / Fat	93,59 ± 0,66	91,37 ± 2,30	92,35 ± 3,07
Зола / Ash	48,58 ± 2,36	54,29 ± 0,88	63,28 ± 2,29**
Клетчатка / Fibre	-2,91 ± 3,46	4,08 ± 3,61	14,37 ± 3,50**
БЭВ / NFE	80,46 ± 0,50	80,99 ± 0,40	85,71 ± 2,47
Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal	67,05 ± 0,58	69,54 ± 0,66	70,86 ± 1,40*

\*- p<0,05; \*\* - p<0,01; \*\*\* - p<0,001

Note: NFE - nitrogen free extractables

Таблица 6. Результаты третьего балансового опыта на молодняке кроликов.

Table 6. Results of the third digestive trial with young rabbits

Показатели Parameters	Группы / Groups		
	1 – контроль 1 - control	2 - (витамин А) 2 – (vitamin A)	3 - (витамин D) 3 – (vitamin D)
Переварено, г на голову в сутки / Digested, g per a head per a day			
Сухое вещество Dry matter	66,49 ± 5,06	69,24 ± 6,28	60,35 ± 5,48
Органическое вещество Organic matter	63,28 ± 4,82	65,62 ± 5,97	57,03 ± 5,21
Протеин / Protein	13,91 ± 1,13	12,55 ± 0,76	11,53 ± 0,83
Жир / Fat	2,61 ± 0,19	2,58 ± 0,15	1,97 ± 0,13
Зола / Ash	3,21 ± 0,27	3,62 ± 0,32	3,32 ± 0,27
Клетчатка / Fibre	-1,18 ± 0,29	0,40 ± 0,49	0,17 ± 0,26
БЭВ / NFE	48,73 ± 3,48	48,37 ± 2,85	41,23 ± 2,79
Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal	327,73 ± 25,55	301,01 ± 15,22	279,22 ± 19,78
Коэффициенты переваримости, % / Digestibility coefficients, %			
Сухое вещество Dry matter	65,14 ± 0,99	77,40 ± 8,58	70,41 ± 2,18
Органическое вещество Organic matter	66,09 ± 0,65	79,05 ± 9,32	71,58 ± 1,90*
Протеин Protein	65,49 ± 0,90	71,04 ± 5,15	68,62 ± 1,29
Жир / Fat	92,80 ± 0,43	99,26 ± 5,67	93,14 ± 0,27
Зола / Ash	46,49 ± 1,41	57,97 ± 5,92	55,80 ± 2,13**
Клетчатка / Fibre	-10,71 ± 2,77	4,19 ± 5,01*	1,56 ± 2,57*
БЭВ / NFE	77,60 ± 0,45	87,22 ± 5,79	79,93 ± 0,89*



Валовая энергия, ккал Gross energy, kcal	65,68 ± 0,66	68,77 ± 1,14	68,97 ± 1,03*
---	--------------	--------------	---------------

\*- p<0,05; \*\* - p<0,01

Note: NFE - nitrogen free extractables

Результаты второго балансового опыта свидетельствуют о том, что коэффициенты переваримости питательных веществ комбикорма существенно не изменяются по мере взросления молодняка по группам. Но, как и в первом балансовом опыте, при отсутствии достоверных отличий в количестве переваренных составляющих корма между группами, коэффициенты переваримости практически всех ингредиентов рациона 3-й группы (с добавлением витамина D) достоверно (кроме самых высоких – жира и БЭВ) выше, чем в контроле. Во 2-й группе (с добавлением витамина А) достоверно выше коэффициенты переваримости органического вещества и протеина. В третьей группе третьего балансового опыта достоверно выше, чем в контроле, только показатели органического вещества, клетчатки, минералов и валовой энергии, во второй группе – только клетчатки. Это можно объяснить тем, что насыщение организма депонирующимся витамином D достигло своего предела, что подтверждают лабораторные исследования баланса витаминов А и D в организме молодняка кроликов, результаты которых представлены в таблице 7.

Таблица 7. Баланс витаминов А и D в организме молодняка кроликов, мг%.  
Table 7. Balance of the vitamins A and D in the bodies of young rabbits, mg%

Группа Group	Комбикорм Complete diet		Кал Feces		Печень Liver	
	Витамин А Vitamin A	Витамин D Vitamin D	Витамин А Vitamin A	Витамин D Vitamin D	Витамин А Vitamin A	Витамин D Vitamin D
1	0,084 ± 0,003	0,310 ± 0,001	0,028 ± 0,000	0,065 ± 0,000	0,103 ± 0,005	0,103 ± 0,004
2	0,187 ± 0,005	0,300 ± 0,001	0,061 ± 0,001***	0,066 ± 0,001	0,110 ± 0,002	0,102 ± 0,003
3	0,083 ± 0,002	0,940 ± 0,001	0,029 ± 0,001	0,133 ± 0,002*	0,101 ± 0,003	0,260 ± 0,002***

\*- p<0,005; \*\*\*- p<0,001

Из данных таблицы 7 видно, что добавление в комбикорм синтетического витамина А привело к достоверно большему выведению его из организма с калом при практически одинаковом депонировании в печени. Больше выделилось с калом и витамина D при добавлении в комбикорм его синтетической формы, но при этом

содержание его в печени достоверно увеличилось, не смотря на то, что печень не является основным депо для витамина D. Возможно, использование синтетического витамина D могло бы иметь технологическую реализацию в аспекте более рационального использования корма, но при этом необходимо учитывать, что стоимость витаминного премикса составляет 10% от реализационной цены комбикорма.

### **Заключение**

Результаты серии балансовых опытов на отсаженном от матерей в 45-суточном возрасте молодняке кроликов породы советская шиншилла, подкрепленные лабораторными исследованиями, показали, что при сухом типе кормления из всех питательных веществ рациона эффективнее всего кролики переваривают жир и растворимые углеводы (безазотистые экстрактивные вещества – БЭВ), более 90% и более 80% соответственно, хуже всего – клетчатку, не более 14%, причем отдельные особи ее не переваривают совсем. Добавление в комбикорм синтетических витаминов А и D повлияло на увеличение коэффициентов переваримости отдельных питательных веществ и валовой энергии, при отсутствии отличий в количествах переваренных компонентов. Наиболее выраженным оказалось влияние витамина D. Лабораторное определение баланса жирорастворимых витаминов в организме молодняка кроликов показало, что увеличение их содержания в комбикорме за счет синтетических форм привело к повышенному выделению витаминов с калом, при этом депонирование витамина А в печени оставалось одинаковым во всех группах, а содержание витамина D увеличилось по сравнению с контролем более, чем в два раза. Этот факт требует специального изучения в ракурсе возможного перевода синтетической формы витамина D в органическую.

При этом не следует забывать, что добавление синтетических витаминов в комбикорм на 10% увеличивает его стоимость.

### **Литература**

1. Нормы и рационы сельскохозяйственных животных. Справочное пособие 3-е и издание переработанное дополненное / Под редакцией А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. М., 2003. 456с.
2. Квартникова Е.Г. Витаминное питание плотоядных пушных зверей. М.: КлубПринт, 2017. 107 с.
3. Харламов К.В., Майоров А.И., Василевич Ф.И., Квартникова Е.Г., Семикрасова А.Н., Александров В.Н., Катаева Т.С. Основные болезни кроликов. М.: ЗооВетКнига, 2014. 166 с.

4. Федотова Г.В., Скачков Д.А., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И. Перспективы развития кролиководства в России // Аграрно-пищевые инновации. 2018. №3. С. 42.
5. Велькина Л.В. Мировые тенденции развития кролиководства // Экономика сельского хозяйства России. 2019. №3. С. 93-98. DOI: 10.32651/193-93.
6. Trocino A., Cotozzolo E., Zomeno C., Petracci M., Xiccato G., Castellini C. Rabbit production and science: the world and Italian scenarios from 1998 to 2018 // Italian Journal of animal science. 2019. Vol. 18. №1. PP. 1361-1371. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1662739>.
7. Комлацкий В.И., Цыганок Л.Э., Туркова В.С. Развитие индустриального кролиководства на Кубани // Кролиководство и звероводство. 2019. №5. С. 8-15.
8. Лактионов К.С., Зуенко В.А. Физиология пищеварения кроликов. Орел, 2016. 194 с.
9. Куликов Н.Е. Коррекция питательности полнорационных комбикормов для кроликов премиксами. //Кролиководство звероводство. 2017. №3. С. 39-44.
10. De Blas C., Wiseman J., eds. Nutrition of the rabbit. 2nd ed. CAB International, Nallingford. 2010. 325 p.
11. Marguend I., Nicodemus N., Vadillo S. et al. Effect of dietary type and level of fibre on rabbit carcass yield and its microbiological characteristics // Livestock Science. 2012; 145: 7-12. DOI:10.1016/j.livsci.2011.12.012.
12. Tazzoli M., Trocino A., Bitolo G. et al. Optimizing feed efficiency and nitrogen excretion in growing rabbits by increasing dietary energy with high-starch, high-soluble fibre, low-insoluble fibre supply at low protein levels // Livestock science. 2015; 172: 59-68. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.12.006>.
13. Нормы кормления и нормативы затрат кормов для пушных зверей и кроликов. Справочное пособие. Под редакцией Н.А. Балакирева, В.Ф. Кладовщикова. - М. 2007. 185 с.
14. Новое в кормлении животных: Справочное пособие / Под общ. ред. В.И. Фисинина, В.В.Калашникова, И.Ф. Драганова, Х.А. Амерханова. М.: Изд-во РГАУ – МСХА, 2012. 788 с.
15. Гиро Т.М., Недостоева С.К. Эффективность использования премиксов протодарвит и протосельвит в кормлении кроликов // Аграрный научный журнал. 2014. №11. С. 14-17.
16. Lebas F. Reflection on rabbit nutrition with special emphasis on feed ingredients utilization // Proc. 8th World Rabbit Congress. - Puebla. Mexico, 2004. PP. 686 – 736.
17. Квартникова Е.Г., Кордюков Н.П., Косовский Г.Ю., Квартников М.П., Яхин А.Я. Баланс водорастворимых витаминов в организме молодняка кроликов // Кролиководство и звероводство. 2018. №6. С. 26-30.
18. Квартникова Е.Г., Косовский Г.Ю., Квартников М.П., Кумарин С.В. Переваримость

питательных веществ полнорационного гранулированного комбикорма (ПГК) молодняком кроликов в динамике // Кролиководство и звероводство. 2019. №1. С. 15-18.

19. Овсянников А.И. Основы опытного дела. М.: «Колос», 1976. 304 с.
20. Петухова Е.В., Бессарабова Р.Ф., Халенева Л.Д., Антонова О.А.. Зоотехнический анализ кормов. М.: «Колос», 1981. 256 с.
21. Соболев А.Д. Основы вариационной статистики / Учебное пособие. М., 2003. 100с.

## THE ROLE OF SYNTHETIC VITAMINS A AND D IN THE DIGESTIBILITY OF NUTRIENTS AND DIET ENERGY IN YOUNG RABBITS

Elizaveta G. Kvartnikova, Gleb Yu. Kosovsky, Michail P. Kvartnikov  
V.A. Afanasiev Research Institute of Fur and Rabbit Farming

Experimental studies were conducted in 2019 at the V.A. Afanasiev Research Institute of Fur and Rabbit Farming (the departments of Animal Husbandry and Rabbit Breeding and Experimental Rabbit Breeding). A series from three digestive trials showed that at dry feeding, fat and soluble carbohydrates (nitrogen-free extractives, NFE) are the best digestible matters, over 90% and 80%, respectively, while fibre is the less digestible matter, 14% or less, at that some animals cannot digest it at all. Hence a producer of a diet for growing rabbits should keep in mind that the level of fibre in it should not exceed 14%. The supplementation of a complete diet with vitamin A in the amount of 500 ME/100 g contributed to an increase in the coefficients of digestibility of organic matter, protein and fiber in the diet of young rabbits, and with vitamin D in the amount of 150 ME/100 g – the coefficients of digestibility of dry matter, organic matter, protein, minerals, soluble carbohydrates, fiber, gross energy. But at the same time, rabbits of all groups received, excreted with feces, and digested the same amount of all nutrients and gross energy. The addition of both vitamin A and vitamin D to the diet increased their excretion with feces, but the level of vitamin a deposition in the liver did not change, and the level of vitamin D increased more than twice. This phenomenon can be used to convert the synthetic vitamin D into its organic form in order to make rabbit liver a commercially attractive food product. The dynamics of live weight of rabbits and its average daily increase did not significantly differ between groups throughout the series of the digestive trials and corresponded to the reference values for growing Soviet Chinchilla rabbits.

**Keywords:** digestibility coefficient; fat soluble vitamins; balance of vitamins; dry type of feeding; young rabbits.

### References

1. Norms and diets of farm animals. Reference guide 3rd and edition revised supplemented / Edited by A. p. Kalashnikov, V. I. Fisinin, V. V. Shcheglov, N. I. Kleymenov. M., 2003. 456 p.
2. Kvartnikova E. G. Vitamin a nutrition of carnivorous fur animals. Moscow: Labyrinth, 2017. 107 p.
3. Kharlamov K. V., Mayorov A. I., Vasilevich F. I., Kvartnikova E. G., Semikrasova A. N., Aleksandrov V. N., Kataeva T. S. the Main diseases of rabbits. Moscow: Zoovetkniga, 2014. 166 p.
4. Fedotova G. V., Skachkov D. A., Skladenkina M. I., Mosolova N. I. Prospects of

- development of rabbit breeding in Russia // Agrarian and food innovations. 2018 . №. 3. P. 42.
5. Velkina L. V. World trends of rabbit breeding development // Economics of agriculture in Russia. 2019. № . 3. pp. 93-98. DOI: 10.32651/193-93.
  6. Trocino A., Cotozzolo E., Zomeno C., Petracci M., Xiccato G., Castellini C. Rabbit production and science: the world and Italian scenarios from 1998 to 2018 // Italian Journal of animal science. 2019. Vol. 18. №1. PP. 1361-1371. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1662739>.
  7. Komlatsky V. I., Tsyganok L. E., Turkova V. S. Development of industrial rabbit breeding in Kuban // Rabbit breeding and fur farming. 2019. № 5. Pp. 8-15.
  8. Laktionov K. S., zuenko V. A. Physiology of rabbit digestion. Orel, 2016. 194 p.
  9. Kulikov N.E. Correction of nutritional value of complete feed for rabbits with premixes. // Rabbit breeding and animal husbandry. 2017. № 3. pp. 39-44.
  10. De Blas C., Wiseman J., eds. Nutrition of the rabbit. 2nd ed. CAB International, Nallingford. 2010. 325 p.
  11. Marguend I., Nicodemus N., Vadillo S. et al. Effect of dietary type end level of fibre on rabbit carcass yield and its microbiological characteristics // Livestock Science. 2012; 145: 7-12. DOI:10.1016/j.livsci.2011.12.012.
  12. Tazzoli M., Trocino A., Bitolo G. et al. Optimizing feed efficiency and nitrogen excretion in growing rabbits by increasing dietary energy with high-starch, high-soluble fibre, low-insoluble fibre supply at low protein levels // Livestock science. 2015; 172: 59-68. <http://doi.org:10.1016/j.livsci.2014.12.006>.
  13. Norms of feeding and standards of feed costs for fur-bearing animals and rabbits. Reference book. Edited by N. A. Balakirev, V. F. Kladovschikov. - M. 2007. 185 p.
  14. New in animal feeding: reference guide / Under the General editorship of V. I. Fisinin, V. V. Kalashnikov, I. F., Draganov, H. A. Amirkhanov. M.: publishing house of Russian state agrarian University – MTAA, 2012. 788 p.
  15. Giro T. M., Nedostoeva S.K. Efficiency of the premix protodarvit and protocelvit in feeding rabbits // Agricultural research magazine. 2014. № 11. pp. 14-16.
  16. Lebas F. Reflection on rabbit nutrition with special emphasis on fid ingredients utilization // Proc. 8th World Rabbit Congress. - Puebla. Mexico, 2004. PP. 686 – 736.
  17. Kvartnikova E. G., Kordyukov N. P., Kosovsky G. Yu., Kvartnikov M. P., Yakhin A. Ya. Balance of water-soluble vitamins in the body of young rabbits // Rabbit breeding and fur farming. 2018. № 6. pp. 26-30.
  18. Kvartnikova E. G., Kosovsky G. Yu., Kvartnikov M. P., Kumarin S. V. Digestibility of nutrients of full-grain granulated compound feed (PGC) by young rabbits in dynamics // Rabbit

breeding and fur farming. 2019. № 1. pp. 15-18.

19. Ovsyannikov A. I. Fundamentals of experimental business. M.: "Kolos", 1976, 304 p.

20. Petukhova E. V., Bessarabova R. F., Haleneval. D., Antonova O. A. Zootechnical analysis of feed. M.: "Kolos", 1981. 256 p.

21. Sobolev A. D. Fundamentals of variation statistics / Textbook. Moscow, 2003. 100 p.