

УДК 636.084.5

06.02.10 – Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства (сельскохозяйственные науки)

### ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБНОСТИ КОШЕК В ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ

Рядчикова Ольга Леонидовна  
Старший преподаватель  
SPIN-код: 3884-9230  
E-mail: [olga1956jkl@gmail.com](mailto:olga1956jkl@gmail.com)

*Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», 350044, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Калинина, 13*

Аналитический обзор литературы посвящен изучению особенностей потребности кошек в питательных веществах и обсуждению научных сведений о них, метаболизме, балансе нутриентов и энергии в рационе здоровой домашней кошки. Исследовали вопрос выбора кормов, предупреждающих ожирение и различные алиментарные заболевания. Авторы подтвердили, что сбалансированность макронутриентов является основным фактором питания у плотоядных. Кошки нуждаются в кормах, содержащих мясной белок в качестве источника незаменимых и заменимых аминокислот и дополнительного азота для синтеза недостающих заменимых аминокислот с ограниченным количеством овощей и зерновых. Исследователями рекомендуется базовая энергетическая потребность в 100 ккал/кг МТ0,67 для активных, взрослых кошек. Авторами установлено, что для быстрого окисления животного белка до глюкозы не требуется повышение активности ферментов его катаболизма. Особенности генетически обусловленные потребности домашних кошек в питательных веществах подтверждают, что они возникли в результате эволюционного давления, возникающего в результате необходимости потребления животных тканей. Это давление могло способствовать сохранению энергии за счет удаления избыточных ферментов и модификации их активности. Для исключения ожирения кошкам необходимо использовать большую часть калорий из белка. Вопрос об опасности для кошек углеводов зерна остается дискуссионным у исследователей и требует дальнейших исследований. Важно удовлетворение поведенческих потребностей кошек для пролонгированного наслаждения, удовольствия и укрепления здоровья

Ключевые слова: КОШКА, ПОТРЕБНОСТЬ, БЕЛОК, АМИНОКИСЛОТЫ, КАЛОРИЙНОСТЬ, РАЦИОН, ЖИРНЫЕ КИСЛОТЫ, УГЛЕВОДЫ

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-163-001>

<http://ej.kubagro.ru/2020/09/pdf/01.pdf>

UDC 636.084.5

06.02.10 – Private zootechnics, technology of production of animal products (agricultural sciences)

### FEATURES OF CATS' NUTRITIONAL NEEDS

Ryadchikova Olga Leonidovna  
Senior lecturer  
RSCI SPIN-code: 3884-9230  
E-mail: [olga1956jkl@gmail.com](mailto:olga1956jkl@gmail.com)

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin", Krasnodar, Russia*

This analytical review of the literature is devoted to the study of the characteristics of the cat's nutritional needs and discussion of scientific information about them, metabolism, balance of nutrients and energy in the diet of a healthy domestic cat. We investigated the choice of food that prevents obesity and various alimentary diseases. The authors confirmed that macronutrient balance is a major nutritional factor in carnivores. Cats need food containing meat protein as a source of essential and non-essential amino acids and additional nitrogen to synthesize the missing non-essential amino acids with a limited amount of vegetables and grains. Researchers recommend a basic energy requirement of 100 kcal/kg МТ0,67 for active, adult cats. The authors have found that the rapid oxidation of animal protein to glucose does not require an increase in the activity of its catabolism enzymes. The special genetically determined nutritional needs of domestic cats confirm that they arose as a result of evolutionary pressure resulting from the need to consume animal tissues. This pressure could contribute to energy conservation by removal of redundant enzymes and modification of their activity. To avoid obesity, cats need to use most of the calories from protein. The question of the danger to cats of grain carbohydrates remains debatable among researchers and requires further research. It is important to meet the behavioral needs of cats for prolonged enjoyment, pleasure and health promotion

Keywords: DOMESTIC CAT, NEED, PROTEIN, AMINO ACIDS, CALORIFIC, DIET, FATTY ACIDS, CARBOHYDRATES

**Введение.** По своей природе обмен веществ у кошек – это биохимия пищеварения на основе животного белка и метаболизм истинных хищников, получающих обменную энергию из мяса и жира животных с минимальным количеством углеводов. И это необходимо учитывать при кормлении не только диких, но и домашних кошек с целью исключения многих алиментарных идиопатических (имеющих трудно устанавливаемые причинно-следственные связи) заболеваний, в первую очередь, желез внутренней секреции и печени. Организм кошек отличается отсутствием метаболической адаптации и при неправильном кормлении они не могут приспособиться к растительным крахмалистым кормам, далеким от натурального мяса или готовых кормов животного происхождения. Основные компоненты рациона кошки – вода, белки, заменимые и незаменимые аминокислоты, жиры, жирные кислоты, углеводы простые и сложные (клетчатка, и пр.), витамины, минеральные вещества. Вода – важный компонент рациона кошки, являющийся основным компонентом живых клеток. Эволюционно доступность влаги в составе потребляемых кошкой диких животных была достаточной, поэтому вода постоянно должна присутствовать в рационе кошек *ad libitum* [1]. Для эффективно составленного рациона необходимо хорошо знать пищевые потребности домашней кошки в белке, незаменимых аминокислотах и жирных кислотах, углеводах, витаминах, минеральных веществах, бактериях нормофлоры желудочно-кишечного тракта и учитывать ряд признаков, отличающих метаболические процессы от других животных.

**Методика обзора состояния исследований.** Применен метод аналитического обзора современной информации по проблеме особенностей потребности кошек в питательных веществах с использованием сравнительного обсуждения и собственных умозаключений.

**Белок и аминокислоты в рационе кошек.** Белки служат основными строительными блоками для клеток, тканей, органов, ферментов, гор-

монов и антител и необходимы для роста, поддержания, воспроизводства и восстановления [2]. Белки животного происхождения имеют полный аминокислотный профиль. Белок также содержится в овощах, злаках и сое, но они считаются неполноценными белками. Аминокислоты являются строительными блоками белков и делятся на незаменимые и заменимые аминокислоты: Незаменимые аминокислоты не могут быть синтезированы животным в достаточных количествах и должны входить в рацион [24]. Незаменимые аминокислоты включают аргинин, метионин, гистидин, фенилаланин, изолейцин, треонин, лейцин, триптофан, лизин, валин и таурин. Заменимые аминокислоты могут синтезироваться вашим питомцем и не нужны в рационе. Необходимо кормить достаточным количеством белка (не менее 25 % от сухого вещества корма) с правильным балансом и в отношении качественного и количественного состава аминокислот для роста, поддержания здоровья и массы тела кошки [23]. Рацион питания с низким содержанием белков не приемлем для кошек. У кошек, потребляющих низкобелковый корм, ферменты печени продолжают катаболизировать азотсодержащие компоненты белков, вызывая отрицательный баланс азота и состояние голода [2]. Негативное воздействие высокого содержания углеводов в корме отражается на усвоении белка, требуя большего количества корма при одновременно избыточном количестве калорий и испытывании кошками голода. Такое питание с высоким содержанием калорийных углеводов и низким содержанием белка приводит животных к ожирению при кормлении *ad libitum*. Ограничение же калорийности корма без учета белкового состава рациона имеет низкую эффективность и вредит здоровью кошек. Таурин необходим для профилактики заболеваний глаз и сердца, а также для размножения, роста и выживания плода. Эта незаменимая аминокислота содержится только в продуктах животного происхождения, таких как мясо, яйца и рыба. Поскольку кошки – облигатные плотоядные животные, у них повышенная потребность в белке и его составляю-

щих – аминокислотах [22]. Потребность в аминокислотах для роста и поддержания жизни у кошек более высокая, чем у большинства млекопитающих животных (табл. 1).

Таблица 1 – ПОТРЕБНОСТЬ КОШЕК В БЕЛКЕ, НЕЗАМЕНИМЫХ АМИНОКИСЛОТАХ И ЭНЕРГИИ [1, 31]

Название	Дневная минимальная потребность											
	здоровые котята		здоровые кошки		здоровые котята		здоровые кошки					
	NRC*, 2006	AAFCO**, 2008	NRC*, 2006	AAFCO**, 2008	NRC*, 2006	AAFCO**, 2008	NRC*, 2006	AAFCO**, 2008				
Белок	45,0	30,0	40,0	26,0	Примечания: * – потребность в (массовая доля/1000 ккал МЭ (метаболической энергии)); ** – потребность в % или на 1 кг сухого вещества рациона с плотностью энергии 4 ккал МЭ/г сухого вещества. В рацион с плотностью > 4,5 ккал МЭ/г сухого вещества следует внести поправку на плотность МЭ; *** – MER (Maintenance Energy Requirement) потребность в чистой энергии, ккал/день; **** – RER (Resting Energy Requirements) – потребность в энергии в состоянии покоя: $70 \times (\text{масса тела в кг})^{0,67}$ например, $70 \times 3^{0,67} = 70 \times 2,1 = 147$ ккал; для котенка массой 3 кг: $MER = 2,5 \times 147 = 367,5$ ккал/день							
Арг	1,93	1,25	1,93	1,04								
Гис	0,65	0,31	0,65	0,31								
Иле	1,08	0,52	1,08	0,52								
Лей	2,55	1,25	2,55	1,25								
Лиз	1,70	1,20	0,68	0,83								
Мет	0,88	0,62	0,34	0,62								
Мет + Цис	1,75	1,10	0,68	1,10								
Фен	1,00	0,42	1,00	0,42								
Фен + Тир	3,83	0,88	3,83	0,88								
Тре	1,30	0,73	1,30	0,73								
Три	0,33	0,25	0,33	0,16								
Вал	1,28	0,62	1,28	0,62								
Тау	0,08	0,10 (экструдированный); 0,20 (консервированный)	0,08	0,10 (экструдированный); 0,20 (консервированный)								
MER***									2,5 × RER		1,4 × RER	

В период роста им требуется белка больше, чем на поддержание жизни во взрослом состоянии. Максимальное количество белка (30 %) требуется кошкам в период лактации. Высокая потребность в белке связана с высокой активностью транс- и дезаминаз печени в окислительном дезаминировании аминокислот в соответствующие α -кетокислоты в результате отщепления аминокислотной группы в виде аммиака; α –кетокислоты легко расщепляются до углекислого газа и воды с высвобождением энергии. У кошек проявляется специфическая потребность в двух аминокислотах – аргинине и таурине. При недостатке аргинина происходит ингибирование превращения аммиака в мочевины, ведущее к аммиачному токсикозу и гибели. Роль таурина среди прочих полезных свойств связана с предотвра-

щением распада ретинола в сетчатке глаза кошки [2]. Важно знать, насколько хорошо кошки переваривают белок животного и растительного происхождения.

**Усвояемость белков, способность абсорбировать белок животных и растительных источников.** В исследовании авторов [15] оценивалась разница в усвояемости белка растительных и животных источников, которые используются в производстве кормов для домашних животных. Установлено, что кошки обладали более высокой усвояемостью белка растительного происхождения по сравнению с животным.

У кошек на рационе с сухим кормом увеличение в рационе растительного белка вело к повышению его усвояемости. При оценке концентратов (за исключением зерна злаков), соевого шрота, соевого белкового изолята, кукурузной глютенной муки и рисового белкового изолята, у кошек существенно улучшалась перевариваемость белка рациона при увеличении в рационе концентрации кукурузной глютенной муки. По мере увеличения процента замены животных белков рациона (мяса) растительными белками, у кошек улучшалась перевариваемость белка рациона на 5,5 % при 50 % растительного белка в сухом корме. Усвояемость белка у кошек не повышалась при введении в рацион соевого изолята, соевого шрота, кукурузной глютенной мук или концентрата рисового белка.

**Исследования связи энергетического и белкового обмена у домашних кошек.** Авторы на восьми кошках [24] исследовали влияние трех рационов, различающихся по содержанию белка, жира и углеводов, на физическую активность, энергетический и белковый обмен. Рационы основывались на консервах с добавлением 1 - фарша из сердца крупного рогатого скота, 2 - топленого свиного жира, 3 – поленты из кукурузной муки. Теплопродукция, вызванная активностью, измерялась в дыхательной камере с использованием доплеровского эффекта радиоволн, отраженных от движущегося тела. В 1 группе была выше концентрация азота в моче и более

высокая потеря энергии с мочой. При этом не отмечено влияния на количество удерживаемой энергии. Потребление азота не оказывало существенного влияния на утилизацию азота. Среднесуточная суммарная теплопродукция колебалась от 163 до 187 кДж/кг МТ<sup>0,67</sup>/сут или от 215 до 270 кДж/кг МТ<sup>0,67</sup>/сут. Суточная потребность взрослых кошек в сыром белке составила 2,7 г/кг массы тела в сутки. Суточная потребность в метаболизируемой энергии для поддержания здоровья оценивалась в 153 кДж/кг массы тела в сутки или 226 кДж/кг МТ<sup>0,67</sup>/сут. Индуцированная физической активностью теплопродукция составила 25,1 кДж/кг МТ<sup>0,67</sup>/сут, что соответствовало 13,5 % от общей суточной теплопродукции. Поэтому суточная потребность в метаболизируемой энергии была снижена на 13,7 %. Характер активности кошек не характеризовался циркадным ритмом (цикла сна – бодрствования).

**Жир и жирные кислоты.** Жиры являются наиболее концентрированной формой энергии пищи, обеспечивая своего питомца более чем в два раза энергии белков или углеводов. Жиры необходимы в структуре клеток и необходимы для производства некоторых гормонов. Они необходимы для усвоения и использования жирорастворимых витаминов.

Жиры обеспечивают изоляцию тела и защиту внутренних органов. Необходимость жира в рационе связана с потребностью кошек в незаменимых жирных кислотах, источнике энергии и переносчиках жирорастворимых витаминов. Присутствие жира в корме усиливает и улучшает его вкусовые характеристики [17]. В отличие от других млекопитающих для кошек самой незаменимой является арахидоновая кислота, содержащаяся в животном жире.

Дефицит жиров животного происхождения приводит к ухудшению состояния шерсти и к снижению репродуктивности. Незаменимые жирные кислоты или полиненасыщенные жиры (ПНЖК) необходимы, в рационе кошки (табл. 2).



Основными эссенциальными жирными кислотами являются Омега-3 (эйкозапентаеновая – ЭПК + докозагексаеновая (ДГК) и Омега-6 (арахидоновая – АК). Однако дисбаланс этих ингредиентов не допустим. Баланс составляет приблизительно 1: 5.

Таблица 2 – ПОТРЕБНОСТЬ КОШЕК В ЖИРНЫХ КИСЛОТАХ

Название	Дневная минимальная потребность [1]			
	здоровые котята		здоровые кошки	
	NRC*, 2006	AAFCO** 2008	NRC*, 2006	AAFCO**2008
Жир, %	22,5	9,0	22,5	9,0
Линолевая кислота, г	1,4	0,5	1,4	0,5
α- линоленовая, г	0,05	–	–	–
Арахидоновая кислота	0,05	0,02	0,015	0,02
Эйкозапентаеновая + докозагексаеновая кислота, г	0,025	–	0,025	–

Примечание: – потребность в (массовая доля/1000 ккал МЭ (метаболической энергии)); \*\* – потребность в питательных веществах дана на 1 кг сухого вещества с плотностью энергии 4 ккал МЭ/г сухого вещества рациона. В рацион с плотностью > 4,5 ккал МЭ/г сухого вещества следует внести поправку на плотность МЭ (метаболической или обменной энергии)

Plantinga, Hovenier and Beynen (2005) исследовали риски развития хронической почечной недостаточности у молодых здоровых кошек на основе содержания арахидоновой кислоты (АК) в холестеринных эфирах плазмы. Было высказано предположение, что содержание АК должно составлять <10 % от общего количества жирных кислот. Добавки Омега-3 жирных кислот необходимы для кошек с сердечными заболеваниями. Она безопасна для нормальных кошек. Омега-3 или добавка рыбьего жира в рацион безопасна, и только с очень высоким содержанием жиров может вызвать панкреатит.

**Источники энергетического питания кошек.** Кошки обладают физиологией пищеварения, которая генетически приспособлена, чтобы использовать калории из других животных, для удовлетворения своих потребностей в энергии [16]. Животный белок – естественный источник энергии для кошачьих. Кошки очень хорошо приспособлены для обработки животных тканей, калории из которых легко и эффективно преобразуют

животный жир в энергию, которую они должны тратить на рост, обслуживание и восстановление всех систем в организме. Для взрослых кошек с нормальным уровнем активности Национальным советом NRC (2006) [31] рекомендуется базовая энергетическая потребность – 100 ккал/кг МТ<sup>0,67</sup>. У кошек нет диетической потребности в углеводах как источнике энергии при отсутствии в организме ряда метаболических путей, которые позволили бы им эффективно их усваивать без отложения излишнего жира. Высокое содержание углеводов в кормах обеспечивает большое количество калорий, которые не успевают истратиться при пассивном образе жизни. И при адаптированности метаболизма кошек к преимущественному использованию животных белков и жиров, как источников энергии, углеводы обычно откладываются, превращаясь в жир. Поэтому в настоящее время ожирение поднялось на уровень эпидемии для кошек и стало проблемой для ветеринаров и владельцев кошек. Способность кошек усваивать доступные из сухих кормов углеводы в качестве источника энергии, по мнению оппонентов, также возможна. Но для поддержания здоровья кошкам требуется гораздо больший уровень белков и жиров, чем углеводов [24]. Кошка с нормальным уровнем активности должна получать «поддерживающую» энергию. Потребность котят в энергии увеличивается при содержании их в очень жарком или холодном температурном режиме. Как поддержание тепла, так и поддержание прохлады расходуют дополнительную энергию [2].

**Минеральные вещества и витамины.** Минералы – неорганические соединения, которые не метаболизируются и не дают энергии. Эти питательные вещества не могут быть синтезированы животными и должны быть включены в рацион. Поэтому минералы наиболее важны как структурные составляющие костей и зубов, для поддержания баланса жидкости и их участия во многих метаболических реакциях. Витамины – катализаторы ферментативных реакций. Крошечные количества витаминов необ-



ходимы кошкам для нормального метаболизма [29]. Большинство витаминов не могут синтезироваться в организме, поэтому они необходимы для питания. При полноценном и сбалансированном питании нет необходимости давать витаминные или минеральные добавки, если только ветеринар не диагностирует конкретный дефицит. Чрезмерный прием добавок может привести к отравлению некоторыми ключевыми витаминами и минералами. Из необходимых питательных веществ в рационе кошки обязательны витамины и микроэлементы (табл. 3), которых в натуральных продуктах не всегда достаточно.

Таблица 3 – ПОТРЕБНОСТЬ КОШЕК В МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВАХ И ВИТАМИНАХ

Название	Дневная минимальная потребность*, AAFCO, 2008 [1]	
	здоровые котята	здоровые кошки
<b>Минеральные вещества</b>		
Кальций, %	1,0	0,6
Фосфор, %	0,8	0,5
Калий, %	0,6	0,6
Натрий, %	0,2	0,2
Хлорид, %	0,3	0,3
Магний, %	0,08	0,04
Железо, мг/кг	80,0	80,0
Медь, мг/кг	5,0	5,0
Йод, мг/кг	0,35	0,35
Цинк, мг/кг	75	75
Марганец, мг/кг	7,5	7,5
Селен, мг/кг	0,1	0,1
<b>Витамины</b>		
Витамин А, МЕ/кг	9 000	5 000
Витамин D, МЕ/кг	750	500
Витамин Е, МЕ/кг	30	30
Витамин К, мг/кг	0,1	0,1
Тиамин, мг/кг	5,0	5
Рибофлавин, мг/кг	4,0	4
Пиридоксин, мг/кг	4,0	4
Ниацин, мг/кг	60	60
Пантотеновая кислота, мг/кг	5,0	5
Фолиевая кислота, мг/кг	0,8	0,8
Биотин, мг/кг	0,07	0,07
Витамин В <sub>12</sub> , мг/кг	0,02	0,02
Холин, мг/кг	2400	2400

Примечание: \* – потребность в питательных веществах дана на 1 кг сухого вещества с плотностью энергии 4 ккал МЭ/г сухого вещества рациона. В рацион с плотностью >4,5 ккал МЭ/г сухого вещества следует внести поправку на плотность МЭ (метаболической или обменной энергии)

Поэтому при натуральном кормлении обязательно необходимо добавлять в рацион витаминно-минеральный комплекс. При недополучении с кормом каких-либо элементов или витаминов, у животного развиваются гипо- и авитаминозы, нарушаются обменные процессы. Опасен и избыток компонентов рациона и как следствие - гипervитаминоз, который ещё более опасен, и гораздо тяжелее корректируется ветпрепаратами. Витаминная питательность кормов выражается в Международных единицах (МЕ) и в весовых единицах (мг) в расчете на 1 кг корма при натуральной влажности или 1 кг сухого вещества. Витамины группы В не могут вырабатываться в организме, поэтому их часто не хватает кошкам, которые мало едят. Чрезмерное потребление витаминов кошками может быть очень опасным. Витамин С в качестве антиоксиданта полезен кошкам. Кошки способны вырабатывать собственный витамин С, поэтому обычно нет необходимости добавлять его в свой рацион. Передозировка витамина С способствует повреждению клеток [14]. Витамин Е является антиоксидантом и есть исследования положительной его роли в улучшении здоровья кошек. Во многие корма для кошек добавлен витамин Е [2]. Дефицит витамина Е в рационе, богатом рыбьим жиром, ведет к болезни желтого жира. В такие рационы необходимо добавлять витамин Е. Препараты витамина А или сырую печень необходимо дополнительно вводить в рацион кошки для усиления зрительных функций, предотвращения поражения кожи, эпителия дыхательных путей, слюнных желез и пр. Витамин А накапливается в организме и не выводится из него. Существует риск отравления [14]. Витамин Д (Д<sub>2</sub> – эргокальциферол и Д<sub>3</sub> – холекальциферол) не образуется в организме кошек, поэтому они должны получать его из корма [2]. Вопрос о потребности кошек в витамине Д<sub>3</sub> дискутируется среди оппонентов [14]. Не всегда нужна добавка витамина Д. Этот витамин накапливается в организме и не выводится из организма, поэтому при его добавлении, как и витамина А, существует риск токсичности [2]. Избыток витамина Д<sub>3</sub> в раци-

оне опасен и может привести к минерализации тканей. Добавки этого витамина в корм присутствуют в коммерческих кормах. В рационе должно содержаться достаточное количество кальция. Эссенциальным для кошек является ниацин. Необходимо контролировать присутствие его в рационе в соответствии с потребностью.

**Пробиотики.** Кишечник кошки играет центральную роль во всасывании питательных веществ у кошек и является барьером против внешних патогенов и токсинов. Кишечные бактерии играют ключевую роль в поддержании здоровья животного. Исследователи [6] обнаружили в содержимом кишечника как *Bifidobacterium*, так и *Lactobacillus*. Эти молочнокислые бактерии присутствовали при любой диете, хотя у кошек, получавших консервированный корм в рационе – в более низких концентрациях. И, независимо от диеты, количество этих бактерий уменьшалось с возрастом. У других авторов [21] результаты подобных исследований были иные, отличающиеся тем, что молочнокислые стрептококки (энтерококки) *Str. liquefaciens* (*Mammococcus*), *Str. faecalis*, *Str. zymogenes*, *Str. faecium*, *Str. durans*, *Str. bovis*, а не традиционные виды – *Bifidobacterium* и *Lactobacillus*, были основным эффективным звеном для здоровья кишечника у кошек из-за роли молочнокислых стрептококков в производстве молочной кислоты. В кормлении кошек эффективно применяют пробиотический препарат лактоамиловорин с целью оптимизации микрофлоры пищеварительного тракта, обеспечения адекватного потребления и переваримости корма и повышения неспецифической резистентности [3]. Этот препарат, разработанный сотрудниками Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания животных (Калужская область) важен тем, что *Lactobacillus amylovorus* обладает способностью к ферментации крахмала зерна злаков и других крахмалистых ингредиентов, входящих в состав коммерческих кормов для кошек. Лактоамиловорин (ООО «БИО-БЭК», г. Пушкино) вводят в рацион кошки при концентрации

*Lactobacillus amylovorus* штамма БТ-24/88 (ВКПМ, В-6253) в 1 г препарата  $2,2-6,4 \cdot 10^9$  КОЕ в количестве 0,5 г на одну голову.

**Проблема углеводов в питании кошки.** В рационе диких животных из семейства кошачьих углеводы не превышают на 5 % [11, 30]. В отличие от сухих коммерческих кормов влажные корма содержат минимум углеводов. Кошки как плотоядные мясоеды по своей природе генетически не приспособлены к перевариванию углеводов, имея низкую активность ферментов пищеварительного тракта [2]. У кошек активность лактазы, сахаразы, амилазы снижается с возрастом [5, 19]. Проблема углеводов в питании кошки и необходимость их присутствия в рационе остается дискуссионной среди авторов [4, 7, 26, 28]. Углеводы обеспечивают энергию для тканей тела, играют жизненно важную роль в здоровье кишечника и, вероятно, важны для воспроизводства. Хотя кормление натуральным кормом становится все более востребованным, большинство владельцев еще кормят своих кошек сухим кормом, не соблюдая норм и рекомендаций производителей. Корма с большим содержанием углеводов усугубляет проблему. Хотя минимальной потребности в углеводах нет, существует минимальная потребность в глюкозе, необходимая для снабжения энергией важнейших органов (например, головного мозга). При переваривании углеводов преобразуются в глюкозу или сахар [2].

Среди felis-диетологов не однозначно мнение о значении углеводов в питании кошек [4]. Известно, что в большинстве брендовых сухих кормов их доля составляет более 50 %. Поэтому большинство коммерческих кормов с высоким содержанием углеводов не содержат достаточное количество белка для удовлетворения основных потребностей и поддержания мышечной массы тела облигатных плотоядных животных – кошек [27]. Противники карбогидратов для кошек считают, что это противостоит естественности для кошачьего рациона [30].

При введении в рацион сухого корма с большим количеством углеводов (47–50 %), потребность восполнения энергии идет за их счет, а не за счет белка, как в дикой природе [18]. А за счет мяса (а чаще – растительных белковых концентратов) удовлетворяется потребность в белках. Использование углеводов в качестве источника энергии снижает затраты производителей кормов. Крахмалистые углеводы зерна злаков (пшеница, ячмень, овес, кукуруза, рис или просо) используются для формирования легкоусвояемого гранулированного корма, который хорошо хранится. Гранулы могут легко расщепляться в пищеварительном тракте кошки. Крахмал сырого картофеля не усваивается в желудочно-кишечном тракте кошек. Ожирение и нарушение пищеварения (газообразование, диарея) могут быть следствием скармливания высоко углеводистых кормов [20]. Непереваренные углеводы подвергаются брожению и создают условия для роста бактерий. В результате этого повышается количество газа и создается избыток жидкости. У некоторых кошек, отсутствие ферментов связано с их недостаточной выработкой, у других - с инфекцией или воспалением в пищеварительном тракте. В обоих случаях нарушается нормальное пищеварение. Не все кошки переносят уровень углеводов в коммерческих кормах, у некоторых могут развиваться симптомы нарушения пищеварения [20, 28].

**Ферментируемая и неферментируемая клетчатка (растительные волокна).** Клетчатка – это непереваримый компонент сложных углеводов. Волокна – это углеводы, которые изменяют состав бактериальной популяции в тонком кишечнике, что помогает справиться с хронической диареей. Чтобы кошки могли получить максимальную пользу от клетчатки, источник клетчатки должен быть умеренно ферментируемым [10]. Корм с высоким содержанием клетчатки не подходит для кошек с высокими энергетическими потребностями, например, для молодых и растущих кошек [12, 13]. Существует несколько способов классификации типов клетчатки, но

один из них – разделить ее на ферментируемые и неферментируемые (рис. 1).



Рисунок 1 – Клетчатка растительных кормов для кошек

Какие волокна ферментируемы, зависит от вида бактерий, питающихся клетчаткой в желудочно-кишечном тракте кошки. Ферментируемое волокно является источником углеводов для микрофлоры, служит для снижения токсинов и обладает пребиотическими свойствами. И чем больше бактерий, тем больше азота выводится с фекалиями. Корм должен содержать нормальный уровень умеренно ферментируемой клетчатки и такого типа жира, который предотвращает повреждение кожи и шерсти во время похудания. Рационы, в которых калории разбавляются высоким содержанием клетчатки, приводят к увеличению объема стула, частым позывам к дефекации и переменному снижению усвояемости питательных веществ [13]. Неферментируемая клетчатка может быть полезной для кошек, поскольку она снижает риск запора [10]. Увеличение количества клетчатки может помочь с повышенным уровнем кальция в организме (гиперкальциемия), хотя один тип клетчатки, фруктоолигосахариды или ФОС, может фактически повышать уровень кальция в организме.



**Последствия разбалансированного рациона для кошек.** Нормальная масса при рождении котят составляет 90–100 г. Средняя зрелая масса тела домашних кошек составляет 3,2 кг. Скорость роста максимальная в течение первых 3–4 месяцев, и котята набирают 50–100 г. Скорость роста в 150–160 дней становится постоянной, и рост обычно завершается в течение 200–220 дней. Пищевые заболевания редко наблюдаются у кошек, когда их рационы полноценны и сбалансированы. Проблемы с питанием чаще всего возникают, когда кошки находятся на несбалансированных домашних рационах, или их кормят разработанными для собак, кормами. Корм для кошек, полученный из одного продукта, недостаточен. Например, кормление кошек преимущественно мясом может вызвать дефицит кальция и вторичный гиперпаратиреоз. Сырая пресноводная рыба содержит антагонист витамина В<sub>1</sub> (тиаминазу) и может вызывать дефицит тиамин при скармливании кошкам. Кошки нуждаются в пищевых источниках арахидоновой кислоты и таурина. Кошки также нуждаются в аминокислоте аргинине и витаминах ниацине и пиридоксине (витамин В<sub>6</sub>). Из-за нехватки у кошек фермента глюкокиназы усвоение углеводов затруднено. Однако фермент гексакиназа способствует использованию углеводов корма. При недостатке требуемого количества аминокислот из животного белка, кошки остаются голодными и могут употребить гораздо больше корма, чем необходимо. Однако высокий процент белка (если его источник низкого качества) не дает гарантии здорового, полезного корма. Необходимо определить, что выбранный источник белка высокого качества, что даст максимальный объем переваримого протеина [30]. Кроме того, углеводы, являясь не естественной составляющей рациона кошки, блокируют усвоение важнейших питательных веществ в тонком кишечнике, ухудшая переваривание и усвоение пептидов, аминокислот, микроэлементов, витаминов и других эссенциальных биологически активных веществ. Хронический недостаток питательных веществ может привести

к хроническому голоду и ряду заболеваний, не говоря уже о постоянном голоде кошек. Для исключения ожирения кошкам необходимо использовать большую часть калорий из белка. При переходе на высокобелковую низкоуглеводную диету с достаточным количеством калорий кошки могут терять вес, но они не испытывают голод, энергичны и более стрессоустойчивы. Можно сделать вывод, что в рационе кошки не допустимо использовать замену требуемого количества животного белка углеводами для предупреждения потери белка из собственной мышечной ткани. Уменьшение мышечной массы – это нездоровое состояние потери веса, особенно тревожным оно является для пожилых кошек, что приведет к снижению метаболизма, сделает дополнительную потерю веса более трудной и повысит вероятность последующего восстановления массы тела за счёт жира. Скармливание печени может вызвать токсичность витамина А. В некоторых коммерческих составах кормов для кошек высокие концентрации ретиноидов возникают в результате использования печени животных в качестве ингредиента. Группа исследователей [14] установила тератогенный потенциал витамина А из кормовых источников у кошек. Если потребление энергии превышает потребность в ней кошки, это грозит ожирением кошек [19]. У животного с избыточным весом есть повышенный риск диабета, проблем с печенью и болей в суставах. Животные с избыточным весом потребляют больше калорий, чем им требуется [5].

**Идиосинкразические особенности потребности кошек в питательных веществах.** У кошек, являющихся облигатными хищниками, по сравнению с другими млекопитающими, есть особенности в потребности питательных веществ. Эволюционно метаболизм кошек подчинен потреблению нутриентов строго из тканей животных, что объясняет пищеварительные и метаболические особенности белкового и углеводного обмена [26]. В своих исследованиях роли питательных и факторов удовольствия в выборе корма и сбалансировании макронутриентов у кошки [17] авторы

подтвердили, что сбалансированность макронутриентов является основным фактором питания не только у всеядных (*omnivore – omnis*), но и у плотоядных (*carnivore – carnis*). Кошки нуждаются в кормах, содержащих большой процент мясного белка (как источника незаменимых и заменимых аминокислот и дополнительного азота для синтеза недостающих заменимых аминокислот [2] с ограниченным количеством овощей и зерновых. Кошкам нужно есть мало и часто, преимущественно влажную пищу, содержащую не менее 60 % влаги. И важно удовлетворение поведенческих потребностей кошек для улучшения удовольствия и здоровья [2]. В исследованиях [25] экспериментальное снижение в рационе одной или двух незаменимых аминокислот на 50 % не привело к снижению массы тела котят. Это привело к выводу, что высокая потребность в белке не является следствием такой потребности в незаменимых аминокислотах, а следствием невысокой, но достаточной активности аспаратаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в продуктивном белковом обмене азотсодержащих соединений для удовлетворения потребности в белке, а также для удовлетворения дополнительной потребности истинного хищника в белке для окисления его до эндогенной глюкозы. Для быстрого окисления животного белка до глюкозы не требуется повышение активности ферментов его катаболизма. Дополнительный требуемый белок необходим для обеспечения организма глюкозой путем глюконеогенеза [22]. Некоторые минеральные вещества не являются необходимыми кошке. Так высокий уровень фосфора очень вреден для здоровья кошек и может вызвать болезни почек. Необходимо поддерживать низкий уровень фосфора для продления жизни животного. Исследование о влиянии включения в рацион кошек хлорида, показало, что избыточный натрий может вызвать дефицит калия, необходимого кошке [9]. Влияние хлорида натрия не повлияло на кровяное давление кошек, но уровень креатинина и фосфора был выше на рационе с высоким содержанием натрия [29]. Потребность кошек не в каротиноидах,

а в предварительно образованном витамине А, по-видимому, является результатом отсутствия ферментов, необходимых для расщепления и окисления каротиноидов. Потребности кошек в n-3 полиненасыщенных жирных кислотах (ПНЖК) остаются дискуссионными, но низкая активность фермента десатуразы указывает на то, что кошки могут иметь эссенциальную потребность в предварительно образованных ПНЖК в дополнение к тем, которые необходимы другим животным для поддержания нормальной концентрации в плазме. Таким образом, идиосинкразические (особенные, генетически обусловленные) потребности домашних кошек в питательных веществах подтверждают, что они возникли в результате эволюционного давления, возникающего в результате необходимости потребления животных тканей. Это давление могло способствовать сохранению энергии за счет удаления избыточных ферментов и модификации их активности.

**Заключение.** Анализ современных, часто противоречивых, научных взглядов на проблему питательной ценности кормов для кошек, соответствия их потребности в питательных веществах и энергии, можно сделать следующие выводы. Ошибка производителей кормов для кошек кроется не в углеводах зерна злаков (приветствуется производство беззерновых кормов), а в добавляемом производителями картофельном крахмале. Не столько зерновые, как уровень крахмала картофеля является проблемой в составе кормов для кошек. На сегодняшний день в продаже присутствуют готовые корма без зерна злаков, но с добавлением большого количества картофельного крахмала (от 15 до 48 %) и гороха (от 10 %) для сомнительного «предотвращения ожирения» кошек. Это довольно высокий уровень для облигатных хищников, рацион которых эволюционно содержал 4,5 % углеводов. При сухом типе кормления кошек коммерческими кормами, даже премиум-класса, ведет к ожирению и хроническим заболеваниям. Для исключения ожирения кошкам необходимо использовать большую часть калорий из белка. Вопрос об опасности для кошек углеводов

зерна злаков остается дискуссионным у исследователей и требует дальнейших исследований.

#### Список литературы:

1. Очкалов Д.К. Особенности питания плотоядных животных <http://doktor812.ru/about/profilakticheskie-meropriyatiya/kormlenie/obshhie-zamechaniya-k-klinicheskomu-pitaniyu-koshek>. 2011. (дата обращения: 15.10.2020) – Текст: электронный
2. Рядчиков В.Г., Баюров Л.И., Рядчикова О.Л. Клиническая Диетология собак и кошек: учебное пособие. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 351 с.
3. Тараканов Б.В., Николичева Т.А., Лазаренко В.П., Худоклинова Ю.Ю. 2006 Патент RU 2 405 375 Способ кормления кошек. ООО «МАРС». М.: 2006, 7 с.
4. AAFCO. Regulation PF9. Statements of Calorie Content. In: Official Publication, 2008: pp. 125–126.
5. Backus R., Cave N., Ganjam V., Turner J. and Biourge, V. Age and body weight effects on glucose and insulin tolerance in colony cats maintained since weaning on high dietary carbohydrate. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94 (6): p. 318-328 (2010).
6. Bermingham E.N., Young, W., Butowski C.F., Moon C.D., Maclean P.H., Rosendale D.I., Cave, N.J., Thomas D.G. The Fecal Microbiota in the Domestic Cat (*Felis catus*) Is Influenced by Interactions between Age and Diet; A Five Year Longitudinal Study. *Front. Microbiol.* 9 pp. 1231 (2018) DOI: 10.3389/fmicb.2018.01231
7. Brand Miller, J. and Colagiuri, S. The carnivore connection: dietary carbohydrate in the evolution of NIDDM. *Diabetologia* 37(12): p. 1280-1286 (1994)
9. Buranakarl C., Mathur S. and Brown S.A. Effects of dietary sodium chloride intake on renal function and blood pressure in cats with normal and reduced renal function. *American Journal of Veterinary Research* 65(5) p. 620-627. (2004) DOI: 10.2460/ajvr.2004.65.620
10. Butowski, C.F.; Thomas, D.G.; Young, W.; Cave, N.J.; McKenzie, C.M.; Rosendale, D.I.; Bermingham, E.N. Addition of plant dietary fibre to a raw red meat high protein, high fat diet, alters the faecal bacteriome and organic acid profiles of the domestic cat (*Felis catus*). *PLoS ONE*, 14, p. 2160-2172 (2019)
11. Colagiuri, S. and Brand Miller, J. The ‘carnivore connection’ – evolutionary aspects of insulin resistance. *European Journal of Clinical Nutrition* 56: p. 30-35 (2002)
12. Fekete S.G., Hullar I., Andrasofszky E., Kelemen F. Effect of different fibre types on the digestibility of nutrients in cats. *Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition*. 88(3/4), p. 138-142 (2004)
13. Fekete S., Hullár I., Andrásföszky, E., Rigó Z., Berkényi T. Reduction of the energy density of cat foods by increasing their fibre content with a view to nutrients’ digestibility. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 85, p. 200–204 (2001)
14. Freytag T.L., Liu S.M., Rogers Q.R., Morris J.G. Teratogenic effects of chronic ingestion of high levels of vitamin A in cats 42-51 *J Anim Physiol Anim Nutr.* 87(1-2): p. 42-51. (2003). DOI: 10.1046 / j.1439-0396.2003.00400.x
15. Golder C., Weemhoff J.L. and Jewell D.E. Cats Have Increased Protein Digestibility as Compared to Dogs and Improve Their Ability to Absorb Protein as Dietary Protein Intake Shifts from Animal to Plant Sources / *Animals* 10(3), p. 541 (2020) DOI: /10.3390/ani10030541
16. Harper, E.J. Changing perspectives on aging and energy requirements: Aging and digestive function in humans, dogs and cats. *J. Nutr.* 128. p.2632–2635. (1998)

17. Hewson-Hughes A.K., Colyer A. and Simpson SJ, Raubenheimer D. Balancing macronutrient intake in a mammalian carnivore: disentangling the influences of flavour and nutrition. *R Soc. Open Sci.* 3(6), p. 160081 (2016) DOI: 10.1098/rsos.160081
18. Kienzle, E. Blood sugar levels and renal sugar excretion after the intake of high carbohydrate diets in cats. *Journal of Nutrition* 124: p. 2563-2567. (2004)
19. Kley S., Hoenig M., Glushka J., Jin E.S, Burgess S.C., Waldron M., Jordan E.T., Prestegard J.H., Ferguson D.C, Wu S., Olson D.E. The impact of obesity, sex, and diet on hepatic glucose production in cats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 296(4): pp. 936-943 (2009) DOI: 10.1152/ajpregu.90771.2008.
20. Laflamme D. Focus on Nutrition: Cats and carbohydrates: implications for health and disease. *Compend Contin Educ Vet.* 2010 32(1): pp. 1-3
21. Masuoka, H., Shimada, K., Kiyosue-Yasuda, T., Kiyosue, M., Oishi, Y., Kimura, S., et al. Transition of the intestinal microbiota of cats with age. *PLoS ONE* 12: 0181739. (2017). DOI: 10.1371/journal.pone.0181739
22. Morris J.G. Idiosyncratic nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. *Nutr Res Rev* 200215(1):153–168 (2002) DOI: 10.1079/NRR200238
23. Polzin D.J. Chronic kidney disease in small animals. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.* 41(1):15-30. (2011) DOI: 10.1016/j.cvsm.2010.09.004. Sadek T, Hamper B, Horwitz D, Rodan I, Rowe E & Sundahl E *Journal of Feline Medicine and Surgery* 20 (11) p.1049-1055 (2018)
24. Riond J.L., Stiefel M., Wenk C., Wanner M. Nutrition studies on protein and energy in domestic cats *Journal of animal physiology and animal nutrition* 87(5-6): 221-228 (2003) DOI: 10.1046/j.1439-0396.2003.00431.x
25. Rogers Q.R. and James G. Essentiality of amino acids for the growing kitten *J Nutr.* 109(4) pp. 718-723. (1979) DOI: 10.1093/jn/109.4.718.
26. Verbrugghe A., Hesta M., Daminet S., Janssens G.P. Nutritional modulation of insulin resistance in the true carnivorous cat: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 52(2):172-82. (2012) DOI: 10.1080/10408398.2010.499763
27. Verbrugghe A, Hesta M. Cats and Carbohydrates: The Carnivore Fantasy? *Vet Sci.* 4(4): p. 55. (2017) DOI: 10.3390/vetsci4040055.
28. Verbrugghe A, Hesta M. Cats and Carbohydrates: The Carnivore Fantasy? *Vet Sci.* 4(4): p. 55. (2017) DOI: 10.3390/vetsci4040055
29. Villaverde C., Fascetti A.J. Macronutrients in feline health. *Vet Clin North Am Small Anim Pract.* 44(4): pp. 699-717, v-vi. (2014) DOI: 10.1016/j.cvsm.2014.03.007.
30. Zoran, D.L. The carnivore connection to nutrition in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221 (11): pp.1559-1567 (2002). DOI: 10.2460/javma.2002.221.1559
31. NRC. Chapter 3: Energy. In: *Nutrient requirements of dogs and cats.* National Academies Press, Washington, DC, USA, 2006a: 28-48.

### References

1. Ochkalov D.K. Osobennosti pitaniya plotoyadny`x zhivotny`x <http://doktor812.ru/about/profilakticheskie-meropriyatiya/kormlenie/obshhie-zamechaniya-k-klinicheskomu-pitaniyu-koshek>. 2011. (data obrashheniya: 15.10.2020) – Tekst: e`lektronny`j
2. Ryadchikov V.G., Bayurov L.I., Ryadchikova O.L. *Klinicheskaya Dietologiya sobak i koshek: uchebnoe posobie.* – Krasnodar: KubGAU, 2017. – 351 s.
3. Tarakanov B.V., Nikolicheva T.A., Lazarenko V.P., Xudoklinova Yu.Yu. 2006 Patent RU 2 405 375 Sposob kormleniya koshek. OOO «MARS». M.: 2006, 7 s.



4. AAFCO. Regulation PF9. Statements of Calorie Content. In: Official Publication, 2008: pp. 125–126.
5. Backus R., Cave N., Ganjam V., Turner J. and Biourge, V. Age and body weight effects on glucose and insulin tolerance in colony cats maintained since weaning on high dietary carbohydrate. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 94 (6): p. 318-328 (2010).
6. Bermingham E.N., Young, W., Butowski C.F., Moon C.D., Maclean P.H., Rosendale D.I., Cave, N.J., Thomas D.G. The Fecal Microbiota in the Domestic Cat (*Felis catus*) Is Influenced by Interactions between Age and Diet; A Five Year Longitudinal Study. *Front. Microbiol.* 9 pp. 1231 (2018) DOI: 10.3389/fmicb.2018.01231
7. Brand Miller, J. and Colagiuri, S. The carnivore connection: dietary carbohydrate in the evolution of NIDDM. *Diabetologia* 37(12): p. 1280-1286 (1994)
9. Buranakarl C., Mathur S. and Brown S.A. Effects of dietary sodium chloride intake on renal function and blood pressure in cats with normal and reduced renal function. *American Journal of Veterinary Research* 65(5) p. 620-627. (2004) DOI: 10.2460/ajvr.2004.65.620
10. Butowski, C.F.; Thomas, D.G.; Young, W.; Cave, N.J.; McKenzie, C.M.; Rosendale, D.I.; Bermingham, E.N. Addition of plant dietary fibre to a raw red meat high protein, high fat diet, alters the faecal bacteriome and organic acid profiles of the domestic cat (*Felis catus*). *PLoS ONE*, 14, p. 2160-2172 (2019)
11. Colagiuri, S. and Brand Miller, J. The ‘carnivore connection’ – evolutionary aspects of insulin resistance. *European Journal of Clinical Nutrition* 56: p. 30-35 (2002)
12. Fekete S.G., Hullar I., Andrasofszky E., Kelemen F. Effect of different fibre types on the digestibility of nutrients in cats. *Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition*. 88(3/4), p. 138-142 (2004)
13. Fekete S., Hullár I., Andrásföszky, E., Rigó Z., Berkényi T. Reduction of the energy density of cat foods by increasing their fibre content with a view to nutrients’ digestibility. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, 85, p. 200–204 (2001)
14. Freytag T.L., Liu S.M., Rogers Q.R., Morris J.G. Teratogenic effects of chronic ingestion of high levels of vitamin A in cats 42-51 *J Anim Physiol Anim Nutr.* 87(1-2): p. 42-51. (2003). DOI: 10.1046 / j.1439-0396.2003.00400.x
15. Golder C., Weemhoff J.L. and Jewell D.E. Cats Have Increased Protein Digestibility as Compared to Dogs and Improve Their Ability to Absorb Protein as Dietary Protein Intake Shifts from Animal to Plant Sources / *Animals* 10(3), p. 541 (2020) DOI: /10.3390/ani10030541
16. Harper, E.J. Changing perspectives on aging and energy requirements: Aging and digestive function in humans, dogs and cats. *J. Nutr.* 128. p.2632–2635. (1998)
17. Hewson-Hughes A.K., Colyer A. and Simpson SJ, Raubenheimer D. Balancing macronutrient intake in a mammalian carnivore: disentangling the influences of flavour and nutrition. *R Soc. Open Sci.* 3(6), r. 160081 (2016) DOI: 10.1098/rsos.160081
18. Kienzle, E. Blood sugar levels and renal sugar excretion after the intake of high carbohydrate diets in cats. *Journal of Nutrition* 124: p. 2563-2567. (2004)
19. Kley S., Hoenig M., Glushka J., Jin E.S, Burgess S.C., Waldron M., Jordan E.T., Prestegard J.H., Ferguson D.C, Wu S., Olson D.E. The impact of obesity, sex, and diet on hepatic glucose production in cats. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 296(4): pp. 936-943 (2009) DOI: 10.1152/ajpregu.90771.2008.
20. Laflamme D. Focus on Nutrition: Cats and carbohydrates: implications for health and disease. *Compend Contin Educ Vet.* 2010 32(1): pp. 1-3

21. Masuoka, H., Shimada, K., Kiyosue-Yasuda, T., Kiyosue, M., Oishi, Y., Ki-mura, S., et al. Transition of the intestinal microbiota of cats with age. PLoS ONE 12: 0181739. (2017). DOI: 10.1371/journal.pone.0181739
22. Morris J.G. Idiosyncratic nutrient requirements of cats appear to be diet-induced evolutionary adaptations. Nutr Res Rev 200215(1):153–168 (2002) DOI: 10.1079/NRR200238
23. Polzin D.J. Chronic kidney disease in small animals. Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract. 41(1):15-30. (2011) DOI: 10.1016/j.cvsm.2010.09.004. Sadek T, Hamper B, Horwitz D, Rodan I, Rowe E & Sundahl E Journal of Feline Medicine and Surgery 20 (11) p.1049-1055 (2018)
24. Riond J.L., Stiefel M., Wenk C., Wanner M. Nutrition studies on protein and energy in domestic cats Journal of animal physiology and animal nutrition 87(5-6): 221-228 (2003) DOI: 10.1046/j.1439-0396.2003.00431.x
25. Rogers Q.R. and James G. Essentiality of amino acids for the growing kitten J Nutr. 109(4) pp. 718-723. (1979) DOI: 10.1093/jn/109.4.718.
26. Verbrugghe A., Hesta M., Daminet S., Janssens G.P. Nutritional modulation of insulin resistance in the true carnivorous cat: a review. Crit Rev Food Sci Nutr. 52(2):172-82. (2012) DOI: 10.1080/10408398.2010.499763
27. Verbrugghe A, Hesta M. Cats and Carbohydrates: The Carnivore Fantasy? Vet Sci. 4(4): p. 55. (2017) DOI: 10.3390/vetsci4040055.
28. Verbrugghe A, Hesta M. Cats and Carbohydrates: The Carnivore Fantasy? Vet Sci. 4(4): p. 55. (2017) DOI: 10.3390/vetsci4040055
29. Villaverde C., Fascetti A.J. Macronutrients in feline health. Vet Clin North Am Small Anim Pract. 44(4): pp. 699-717, v-vi. (2014) DOI: 10.1016/j.cvsm.2014.03.007.
30. Zoran, D.L. The carnivore connection to nutrition in cats. Journal of the American Veterinary Medical Association 221 (11): pp.1559-1567 (2002). DOI: 10.2460/javma.2002.221.1559
31. NRC. Chapter 3: Energy. In: Nutrient requirements of dogs and cats. National Academies Press, Washington, DC, USA, 2006a: 28-48.