

ВЛИЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ДОБАВОК И АЛЬТЕРНАТИВНЫХ КОРМОВ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ МАКАК-РЕЗУСОВ

N.V. Gaponov

THE EFFECT OF DIETARY SUPPLEMENTS AND ALTERNATIVE FEEDS ON MACACA-MULATTA'S METABOLISM

Гапонов Н.В. – канд. биол. наук, ст. науч. сотр. НИИ медицинской приматологии, Краснодарский край, г. Сочи. E-mail: nv.1000@bk.ru.

Gaponov N.V. – Cand. Biol. Sci., Senior Staff Scientist, Research Institute of Medical Primatology, Krasnodar Region, Sochi. E-mail: nv.1000@bk.ru

Цель исследования – определение переваримости и использования питательных веществ рационов кормления с рыбной мукой, сухой хлореллой и БАД в виде «Бактистатина», суспензии хлореллы и обедненной дейтериевой воды. На базе ФГБНУ НИИ медицинской приматологии был проведен физиологический опыт на 30 головах самцов приматов вида *macaca-mulatta*. Были сформированы 6 групп в возрасте от 7 до 15 лет по 5 голов в группе, методом пар аналогов по виду, происхождению, возрасту и физиологическому состоянию, в условиях клеточного содержания. Полученные результаты обрабатывали статистически и выражали в виде средних арифметических и их стандартных ошибок. Статистическую значимость различий определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа с последующими апостериорными сравнениями по методу Даннетта и *t*-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$. По результатам физиологических экспериментов были рассчитаны коэффициенты переваримости питательных веществ рационов приматов. Наиболее положительное влияние на переваримость сырого протеина рационов опытных групп в ходе физиологического эксперимента оказали биологически активные добавки, что позволило им иметь более высокие коэффициенты переваримости: во 2-й опытной группе – на 37,23 %; в 3-й опытной – на 85,33; 4-й опытной – на 43,85 %, – чем в контроле. Переваримость сырого жира была выше в опытных группах с сухой хлореллой и рыбной мукой. Коэффициенты переваримости

здесь были выше на 92,60 %, чем в контрольной. Следовательно, введение в состав рациона биологически активных добавок и альтернативных кормов обеспечивает улучшение процесса усвоения корма и благотворно влияет на показатели крови у подопытных приматов.

Ключевые слова: переваримость, корма, кровь, хлорелла, добавки, приматы, макаки-резусы.

The research objective was the determination of digestibility and use of nutrients of diets of feeding with fish meal, dry chlorella and dietary supplements in the form of "Bactistatin", chlorella suspension and depleted deuterium water. On the base of FSBRE 'Research Institute of Medical Primatology' physiological experiment on 30 heads of primate's males of the species *macaca-mulatta* was made. 6 groups aged from 7 till 15 years up to 5 heads in a group, by the method of couples of analogs by a form, an origin, age and physiological state, in the conditions of the cage keeping were created. The received results were processed statistically and expressed as arithmetic averages and their standard mistakes. Statistical importance of distinctions was defined by one-factorial dispersive analysis with subsequent aposterior comparisons on Dannett's method and Student's *t*-criterion. The distinctions were considered reliable at the level of statistical importance of $p < 0,05$. By the results of physiological experiments the coefficients of digestibility of nutrients of diets of primacies were calculated. During physiological experiment dietary supplements allowing to have higher coefficients of digestibility had the most positive impact on crude

protein digestibility of experimental groups' diets: in the 2nd experimental group – for 37.23 %; in the 3rd experimental – on 85.33; the 4th experimental – for 43.85 % than in the control. The digestibility of crude fat was higher in experimental groups with dry chlorella and fish meal. Digestibility coefficients were 92.60 % higher here than in the control. Therefore, introduction of dietary supplements and alternative forages to a diet structure provides the improvement of the process of assimilation of forage and positively influences blood indicators at experimental primates.

Keywords: *digestibility, feed, blood, chlorella, additives, primates, macaca mulatta.*

Введение. Пищеварение – это сложный процесс, складывающийся из механической, ферментативной и биологической (микробной) обработки корма. Поэтому усвоение питательных веществ зависит от множества факторов, среди которых стоит назвать следующие: вид, порода, физиологическое состояние, возрастные особенности животных и свойства самого корма.

Недостаток или избыток в корме питательных веществ относительно нормы не желателен. Так, дефицит протеина в рационах животных ведет к тяжелым последствиям: замедляется рост молодняка, возрастает продолжительность выращивания, увеличиваются затраты кормов – при недостатке протеина на 1 % затраты кормовых единиц возрастают на 2 %, ухудшается переваримость и использование питательных веществ кормов [1]. Нежелателен и избыток протеина. Во-первых, перерасход протеина не оправдан экономически, во-вторых, избыток протеина также отрицательно сказывается на состоянии здоровья, воспроизводства, долголетию, ведет к снижению усвоения витаминов А, С, группы В [2, 10]. По биологической ценности рыбная мука является лучшим белковым компонентом комбикормов благодаря высокому содержанию белка и аминокислот. Обладает лучшей переваримостью белка, которая достигает 95 %. Содержит хорошее соотношение аминокислот. При вводе ее в комбикорм в количестве 5–7 % в основном обеспечивает потребность животных во всех аминокислотах. Является хорошим источником витаминов, особенно витамина В₁₂ (содержит до 350 мкг/кг), но

мало содержит витамина В₁. В рыбной муке содержится, как правило, более 10 % сырого жира, который может окисляться из-за высокого наличия ненасыщенных жирных кислот (прогоркать). Поэтому она должна быть стабилизирована путем ввода в нее антиоксидантов. В муке может содержаться до 5 % хлористого натрия, что следует учитывать при расчете рецептов [7, 8].

Использование нетрадиционных кормов – один из доступных путей укрепления кормовой базы. Для решения этого вопроса интерес ученых обращается к нетрадиционным кормам и кормовым источникам белка, которые могли бы значительно улучшить качество корма и являлись бы доступными с экономической точки зрения. С каждым годом появляются обоснованные возможности включать в рационы животных разнообразные добавки из одноклеточных водорослей хлореллы. Хлорелла (*Chlorella vulgaris*) – представитель одноклеточных зеленых водорослей, способна накапливать большую биомассу и легко поддается культивированию в замкнутых пространствах. В сухом веществе хлорелла содержит протеина больше, чем пивные дрожжи, соевая мука или обезжиренное сухое молоко. В хлорелле имеются все незаменимые аминокислоты, причем некоторые содержатся в таком количестве, что ее можно сравнивать с кормами животного происхождения. Содержание жира в хлорелле колеблется от 8 до 18 %. В сухом веществе хлореллы обычно содержится от 5,5 до 10 % золы. В составе золы много фосфора, серы и магния. Клетки хлореллы богаты йодом. Среди углеводов хлореллы встречаются целлюлоза, крахмал, ксилан, глюкофруктозан и аморфные вещества типа гемицеллюлоз и пектинов [4].

С целью интенсификации производства кормов необходим поиск способов, повышающих переваримость и использование питательных веществ организмом животных, снижающих отрицательные факторы кормов местного производства. Для этого используются биологически активные добавки, применение которых в кормлении при оптимальной дозе их введения повышает переваримость и использование питательных веществ рациона, улучшает обмен веществ в организме [11]. Успехи, достигнутые в области изучения роли микрофлоры кишечника в гидролизе сложных органических соединений

кормов, в формировании и развитии ферментативного звена пищеварительной системы, явились предпосылкой использования в качестве биологически активных добавок и лечебно-профилактических препаратов пробиотиков, главным назначением которых является подавление кишечных гнилостных бактерий, ликвидация дисбиотических нарушений в пищеварительном тракте. Особенно перспективным является препарат бактистатин на основе *B. Subtilis*, которые в симбиозе с лактобациллами, пропионовокислыми бактериями и другими выделяют ферменты, повышающие переваримость и использование питательных веществ корма [6].

Цели исследований: определение переваримости питательных веществ рационов кормления с рыбной мукой, сухой хлореллой и влияния биологически активных добавок в виде бактистатина, суспензии хлореллы и обедненной дейтериевой воды на переваримость полнорационных комбикормов.

В задачи исследований входило:

- определить химический состав полученных кормов в лаборатории;
- оценить питательность полученных кормов по основным показателям химического состава и качественным характеристикам;

- изучить переваримость питательных веществ рациона с рыбной мукой на макаках-резусах;

- провести математическую обработку полученных данных.

Материалы и методы исследований. Для достижения поставленных целей и выполнения намеченных задач были проведены научные исследования на самцах макак-резусов. Были сформированы 6 групп в возрасте от 7 до 15 лет по 5 голов в группе, методом пар аналогов по виду, возрасту и физиологическому состоянию, в условиях клеточного содержания на базе ФГБНУ НИИ медицинской приматологии. Исследования проводились в соответствии с общепринятыми методами [9].

Все исследования на животных проводили в соответствии с требованиями комитета по биоэтике и Федеральным законом РФ о защите животных от жестокого обращения (ст. 4 Закона РФ о защите животных от жестокого обращения от 1 декабря 1999 г.).

Кормление макак-резус осуществлялось полнорационными комбикормами с питательностью, рассчитанной по нормам кормления [3, 5]. Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема проведения опытов на *Macaca mulatta*

Группа	Кол-во животных	Условия кормления
		<i>Macaca mulatta</i> в возрасте 7–15 лет
1-я Контрольная	5	Полнорационный комбикорм (ПК)
2-я Опытная	5	ПК + суспензия хлореллы – 2,8 мл/кг ж.м.
3-я Опытная	5	ПК+ обедненная дейтериевая вода
4-я Опытная	5	ПК+ «Бактистатин» 3 г/гол.
5-я Опытная	5	ПК – 14 % сухой хлореллы
6-я Опытная	5	ПК – 18 % рыбная мука

Результаты исследований и их обсуждение. 1-я (контрольная) группа получала полнорационный сбалансированный комбикорм.

Приматам 2-й опытной группы помимо полнорационного комбикорма в рацион включали эмульсию хлореллы с концентрацией 60 млн/мл в количестве 2,8 мл/кг живого веса.

3-я опытная группа с полнорационным комбикормом потребляла на протяжении опыта обед-

ненную дейтерием воду, которой заменили в полном объеме водопроводную питьевую воду.

Приматам 4-й опытной группы помимо полнорационного комбикорма в качестве профилактического средства в рацион включали пробиотический комплекс «Бактистатин» производства группы компаний «Крафт» в количестве 3 г/гол. в сутки.

В 5-й опытной группе в структуре рациона по питательности были замещены на сухую хлореллу следующие компоненты: молоко сухое – на 90 %, яичный порошок – на 9 %, – и в структуре рациона пятой опытной группы хлорелла составила 14 %.

В структуре рациона шестой опытной группы по питательности были замещены на муку рыбную следующие компоненты: молоко сухое обезжиренное – на 100 %, шрот подсолнечный – на 10,00 %, яичный порошок – на 70 %, глютен кукурузный – на 2 %; в общей сложности в структуре рациона шестой опытной группы мука рыбная составила 18,26 %.

Состояние здоровья и изменение гомеостаза организма приматов в результате включения исследуемых кормов и БАД отслеживали по результатам гематологических и биохимических анализов показателей сыворотки крови. С этой целью проводили забор крови перед постановкой приматов на опыт и после завершения опытного кормления.

На одну голову подопытного примата было предусмотрено наличие кормового фронта – 15–20 см, поения осуществлялось из индивидуальных поилок. Приматов содержали в клеточных батареях, это позволило вести тщательный учет потребляемых кормов и выделений в физиологическом опыте. Полы клетки сделаны из оцинкованной сетки, через которую свободно проваливается кал. Под сетчатый пол установлен выдвижной противень, на который его собирали. Поилка и кормушка установлена с наружной стороны клетки.

Размещали клеточные батареи равномерно по всей длине вивария. Между клеточными батареями и в торцах вивария оставляли технологические проходы.

Помещение было продезинфицировано. После проведения дезинфекции до посадки *Macaca mulatta* помещение просанировали в течение 5 дней.

Температуру в виварии измеряли в зоне нахождения приматов в различных точках, и она составила +21–22 °С.

Скорость движения воздуха в помещении составила 0,4 м/с.

Количество свежего воздуха, подаваемого в виварий, составило 5,5 м³/ч на 1 кг живой массы.

Балансовые опыты разделяли на два периода:

– *Подготовительный* (5 дней) – цель которого исключить влияние предшествующего кормления и приучить приматов к условиям клеточного содержания.

– *Учетный* (опытный 5 дней) – в этот период проводили тщательный учет потребленного корма, выделенных экскрементов. Распорядок кормления приматов в опытный период был таким же, как и в контрольной группе.

Кал собирали ежедневно в одно и то же время (утром и вечером), взвешивали и растирали в ступке. При каждом сборе на анализ брали 50 % гомогенизированной массы. Собранные порции хранили в холодильнике. После окончания опытного (учетного) периода в собранном кале определяли первоначальную влагу высушиванием при 60–70 °С до постоянной массы. Полученную воздушно-сухую массу тщательно размалывали и в банке с притертой пробкой передавали на анализ.

Остатки корма также учитывали ежедневно и в количестве 5 % формировали среднюю пробу, которую анализировали на содержание питательных веществ, так как содержание питательных веществ в остатках корма не соответствует их содержанию в заданном корме. Полученные данные использовали при расчете общих затрат корма и протеина в целом за опыт.

Проведение балансовых опытов позволило определить переваримость питательных веществ, усвояемость корма.

При проведении исследований учитывали следующие показатели:

– зоотехнические – сохранность, живая масса в целом за опыт, затраты корма;

– физиолого-биохимические – химический состав корма, азот кала, обменная энергия.

Полученные результаты обрабатывали статистически и выражали в виде средних арифметических и их стандартных ошибок. Статистическую значимость различий определяли с помощью однофакторного дисперсионного анализа с последующими апостериорными сравнениями по методу Даннетта и t-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при уровне статистической значимости $p < 0,05$.

Ежедневный учет съеденных животными кормов и проведенный анализ их химического состава позволили установить количество питательных веществ, потребленных за сутки. А

учет кала и его химический состав позволили определить количество переваренных питательных веществ и установить коэффициент переваримости (табл. 2).

Таблица 2

Переваримость питательных веществ ($X \pm Sx$), %

Вещество	Группа					
	1-я (контроль)	2-я (опыт)	3-я (опыт)	4-я (опыт)	5-я (опыт)	6-я (опыт)
	ПК	Суспензия хлореллы	Д-вода	«Бактистатин»	Сухая хлорелла	Р-мука
Сырой протеин	27,34±1,04	37,52±0,95	50,67±1,31	39,33±2,08	33,17±0,96**	29,00±1,14**
Сырой жир	20,09±0,98	18,79±0,79	20,92±1,53	25,82±2,51	38,70±0,87	42,01±1,85
Сырая клетчатка	16,88±1,01	49,02±0,90	18,00±1,81*	42,10±1,79	43,66±1,12	52,13±1,26
Сырая зола	49,58±0,88	16,90±1,00	49,27±2,01	63,40±1,11	65,51±1,21	53,63±1,03
Сырые БЭВ	54,05±1,12	11,90±2,03	57,37±0,97*	33,04±1,91	32,20±2,03	42,31±1,27
Кальций	18,37±1,94	73,66±1,58*	53,92±2,11	62,53±0,87	60,17±1,96	94,14±1,18
Фосфор	21,79±2,01	20,51±1,61	20,51±1,99	57,58±0,31	41,86±3,12	90,00±1,84

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Анализ данных таблицы 2 указывает, что лучшие результаты по переваримости большинства нормируемых органических веществ отмечены у приматов опытных групп.

Самым высоким показателем переваримости сырого протеина отмечена 3-я опытная группа, где в качестве БАД применялась дейтериевая вода, здесь коэффициент переваримости протеина по отношению к контрольной был выше на 85,33 %. В 4-м опыте с «Бактистатином» переваримость сырого протеина была выше на 43,85 %. Во 2-м опыте применение суспензии хлореллы обеспечило увеличение переваримости протеина на 37,23 %. Применение сухой хлореллы в 5-м опыте в качестве высокопротеинового корма способствовало увеличению переваримости сырого протеина по отношению к контролю на 21,32 %. Приматы 6-й опытной группы, где в структуре рациона применяли рыбную муку, усваивали протеин по отношению к контролю на 6,07 %.

Сырой жир из рациона кормления с рыбной мукой лучше усваивали приматы 6-й опытной группы, по отношению к контролю коэффициент переваримости был многократно выше. Следующими по усвоению сырого жира отмечены приматы 5-й опытной группы, где в структуре рациона применяли сухую хлореллу, коэффициент переваримости был выше на 92,60 %. В 4-й опытной группе коэффициент переваримости был выше на 28,52 %. А приматы 2-й опытной

группы усваивали сырой жир на уровне контроля, с незначительным увеличением на 4,13 %.

Сырая клетчатка лучше усваивалась в опытных группах, чем в контрольной.

Сырая зола лучше усваивалась из рационов кормления с сухой хлореллой в 5-й опытной группе, коэффициент переваримости был выше по отношению к контролю на 32,12 %. Хорошие показатели по переваримости были отмечены и от применения «Бактистатина» в 4-й опытной группе, здесь коэффициент переваримости был выше на 27,87 %. В 6-й опытной группе переваримость сырой золы была выше на 8,16 %. Во 2-й и 3-й опытных группах переваримость сырой золы была ниже, чем в контрольной группе.

Безазотистые экстрактивные вещества лучше усваивались в контрольной группе. В опытных группах усвоение было ниже или находилось на уровне с контрольной.

Усвоение макроэлемента кальция было выше в опытных группах. Но наивысшими показателями обладали приматы 6-й опытной группы. Хорошо усваивался кальций и от применения суспензии хлореллы во 2-й опытной группе, здесь показатели были выше на 200 %.

Также, как и кальций, фосфор лучше усваивался в рационах, где применялась в качестве альтернативного корма для приматов рыбная мука. То есть в 6-й опытной группе переваримость была многократно выше, чем в контроле.

Хорошие результаты были и от применения «Бактистатина», переваримость фосфора в 4-й опытной группе в результате была выше на 164 %. А включение сухой хлореллы в структуру рациона как одного из альтернативных типов кормов способствовало увеличению коэффициента переваримости в 5-й опытной группе на 92,10 %. Во 2-й опытной группе коэффициент переваримости был на уровне контрольной группы и в 3-й опытной группе – выше на 40,01 %.

Проведенные гематологические и биохимические анализы крови за опыт указывают, что все морфологические и биохимические показатели после применения в структурах рациона БАД и рыбной муки к концу опыта приблизились к физиологической норме, что, в свою очередь, свидетельствует о положительном их влиянии на организм и обеспечивает хороший рост и развитие приматов.

Выводы. Резюмируя вышеизложенное, можно сделать вывод, что включение в структуру рационов приматов альтернативных кормов в виде муки рыбной и сухой хлореллы оказало положительное влияние на усвоение основных питательных веществ. Особенно сырого жира переваримость была выше в опытных группах с сухой хлореллой и рыбной мукой. Коэффициенты переваримости здесь были выше на 92,60 %, чем в контрольной. А применение БАД в виде суспензии хлореллы, «Бактистатина» и обедненной дейтериевой воды способствовало лучшему усвоению питательных веществ рациона: во 2-й опытной группе – на 37,23 %; в 3-й опытной – на 85,33; 4-й опытной – на 43,85 %, – чем в контроле, о чем и свидетельствуют полученные данные научных экспериментов.

Литература

1. *Александров С.Н.* Технология производства кормов. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2003. – 235 с.
2. *Боярский Л.Г.* Технология кормов и полноценное кормление сельскохозяйственных животных. – Ростов на/Д.: Феникс, 2008. – 416 с.
3. *Викторов П.И., Менькин В.К.* Методика и организация зоотехнических опытов. – М.: Агрпромиздат, 1991. – 112 с.
4. *Дюкарев В.В.* Кормовые добавки в рационах животных: теория и практика. – М.: Агрпромиздат, 2009. – 279 с.
5. *Калашников А.П. и др.* Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справ. пособие. – 3-е изд. перераб. и доп. – М., 2003. – 456 с.
6. *Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. пособие / В.К. Пестис [и др.]; под ред. В.К. Пестиса.* – М., 2009. – 539 с.
7. *Лемешева Н.* Аминокислотное питание птицы // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2007. – № 4. – С. 57–60.
8. *Макарецов Н.Г.* Кормление сельскохозяйственных животных. – Калуга: Облиздат, 2009. – 645 с.
9. *Овсянников А.И.* Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1967. – 304 с.
10. *Тедтова В.В.* Формирование продуктивных качеств сельскохозяйственных животных и птицы при повышении биологической полноценности кормления: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Владикавказ, 2012. – С. 47.
11. *Крюков В.С.* Популярно о кормовых ферментных препаратах // Ветеринарная газета. – 1996. – № 24 (112).

Literatura

1. *Aleksandrov S.N.* Tehnologija proizvodstva kormov. – M.: AST; Doneck: Stalker, 2003. – 235 s.
2. *Bojarskij L.G.* Tehnologija kormov i polnocennoe kormlenie sel'skoho-zajstvennyh zhivotnyh. – Rostov na/D.: Feniks, 2008. – 416 s.
3. *Viktorov P.I., Men'kin V.K.* Metodika i organizacija zootehni-cheskih opytov. – M.: Agropromizdat, 1991. – 112 s.
4. *Djukarev V.V.* Kormovye dobavki v racionah zhivotnyh: teorija i praktika. – M.: Agropromizdat, 2009. – 279 s.
5. *Kalashnikov A.P. i dr.* Normy i raciony kormlenija sel'skoho-zajstvennyh zhivotnyh: sprav. posobie. – 3-e izd. pererab. i dop. – M., 2003. – 456 s.
6. *Kormlenie sel'skoho-zajstvennyh zhivotnyh: ucheb. posobie / V.K. Pestis [i dr.]; pod red. V.K. Pestisa.* – M., 2009. – 539 s.

7. *Lemesheva N.* Aminokislotoe pitanie pticy // Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo. – 2007. – № 4. – S. 57–60.
8. *Makarcev N.G.* Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. – Kaluga: Oblizdat, 2009. – 645 s.
9. *Ovsjannikov A.I.* Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve. – M.: Kolos, 1967. – 304 s.
10. *Tedtova V.V.* Formirovanie produktivnyh kachestv sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i pticy pri povyshenii biologicheskoy polnocennosti kormlenija: avtoref. dis. ... d-ra s.-h. nauk. – Vladikavkaz, 2012. – S. 47.
11. *Krjukov V.S.* Populjarno o kormovyh fermentnyh preparatah // Veterinarnaja gazeta. – 1996. – № 24 (112).

