

## КАЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ОБРАБОТАННОГО ПЕРА

*Зиновьев Сергей Владимирович, с.н.с. лаборатории биотехнологии, кандидат с.-х. наук, ВНИИПП–филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН, neollit\_13@mail.ru*

*Научный консультант: Волик Виктор Григорьевич, заведующий лаборатории биотехнологии, д-р биол. наук, ВНИИПП–филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН, volik@dinfo.ru*

*Научный консультант: Исмаилова Диларам Юлдашевна, в.н.с., канд. биол. наук, ВНИИПП–филиал ФНЦ «ВНИТИП» РАН, dilaramis08@mail.ru*

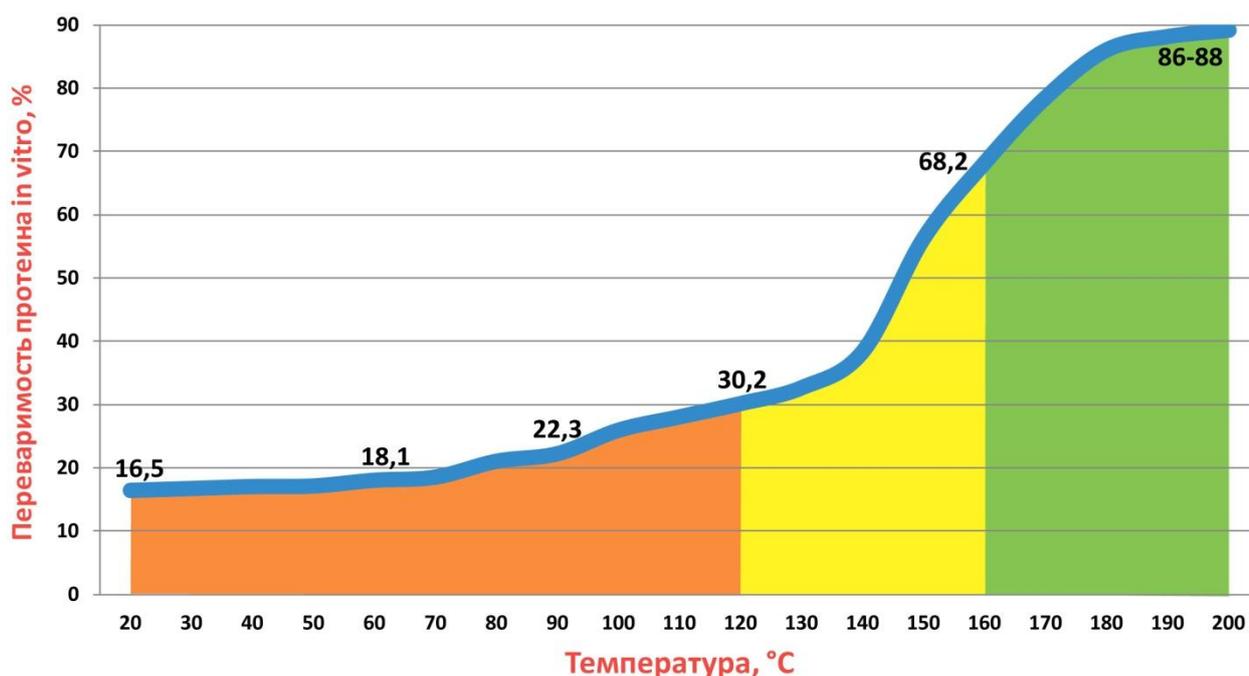
**Аннотация:** В птицеводстве часто используют муку животного происхождения, которую готовят из смеси, состоящей из остатков костей, мягких тканей и пера. Раздельно их перерабатывают редко. Технология гидротермического кратковременного высокотемпературного гидролиза пера в тонком слое, ведет к разрушению структуры кератина, и повышает доступность его аминокислот, позволяет получать продукт с высоким уровнем усвоения.

**Ключевые слова:** перьевая мука, гидролиз пера, переваримость протеина.

В практике птицеводства часто используют муку животного происхождения, которые включают остатки мягких тканей, костей и пера. В зависимости от преобладающей доли определённого сырья, её называют мясокостной или перьевой. Интерес представляет перьевая мука в связи с высоким содержанием протеина. Протеин пера, хотя и имеет животное происхождение, обладает низкой переваримостью, в связи с тем, что он представлен кератином, который, практически, не переваривается эндогенными протеазами домашней птицы. Кератин относится к структурным белкам, входящим в состав эпидермиса кожи, пера, шерсти, копыт. Их основная масса представлена  $\alpha$ - и  $\beta$ -кератинами. Первые имеют молекулярную массу в диапазоне 60–80 кДа с низким содержанием дисульфидных групп, а вторые составляют основу ороговевшего эпителия и имеют пластинчатую структуру, их молекулярная масса 10–22 кДа. В структуре пера преобладают в основном  $\beta$ -кератины [1, 2, 3].

Для повышения эффективности использования убойных отходов в кормлении их обрабатывают термическим и термохимическим способами, однако их применение недостаточно повышает переваримость и решает, в основном, зоогигиенические проблемы. В процессе обработки происходит неконтролируемое разрушение метионина, триптофана, аспарагиновой и глютаминовой кислот [4]. Наибольшее число публикаций посвящено гидротермическим способам обработки сырья, содержащего кератин, при этом

условия проведения исследований, и параметры, характеризующие получаемые продукты (состав, растворимость протеина и переваримость) существенно различаются. Установлено, что гидролиз кератина в водной среде наиболее эффективен при температуре выше 150°C. Сравнительные исследования показали, что в одинаковых условиях переваримость протеина пера *in vitro*, измеренная по методу АОАС 971.09, изменялась в зависимости от температуры воздействия на сырьё. Температура обработки пера в диапазоне 120–130°C не обеспечивает должного расщепления кератина. Повышение температуры на 10°C не привело к существенному росту переваримости протеина. Значительный рост гидролиза кератина (на 26%) наблюдали при достижении температуры нагрева до 160–170°C, и дальнейшее повышение температуры до 180–190°C и 190–200°C лишь на 2% увеличило переваримость кератина. На этом основании можно сделать вывод, что при температуре в диапазоне 160–170°C создаются условия для максимального разрыва дисульфидных связей в белковых молекулах и последующего гидролиза кератина. В результате образуется модифицированный протеин, который в дальнейшем подвергается расщеплению пепсином (рис.).



**Рис. Влияние температурных режимов на переваримость протеина перьевой муки *in vitro***

Один из способов переработки пера разработан сотрудниками ВНИИПП. Для получения перьевой муки по новой технологии сырьё обрабатывается в экструдере, где подвергается нагреву в течение 90 секунд при температуре 190–200°C при давлении более 20,0 МПа. Процесс гидролиза кератина пера осуществляются в экструдере в слое до 20 мм. Выходящую из экструдера влажную массу подвергают высушиванию. Измерение гранулометрического состава полученной перьевой муки показало, что размер её частиц находился в диапазоне от 0,2 до 0,5 мм. Сырьё с таким размером частиц равномерно

распределяется по массе кормовых ингредиентов при перемешивании в промышленных смесителях, используемых на линиях производства комбикормов [5].

Анализ распространенных кормовых источников протеина проведенный в лаборатории химического анализа ВНИТИП, показал, что перьевая мука отличалась существенным превосходством по содержанию протеина, однако она дефицитна по лизину (табл.1). При сравнении перьевой муки с нативным пером можно заметить устойчивое снижение содержания аминокислот, что связано с их частичной деградацией. Содержание суммы аминокислот «метионин+цистеин» в перьевой муке, полученной по новой технологии, было в 2,3 раза выше, чем в рыбной муке и в 4,1 раза выше по сравнению с аналогичными показателями в соевом шроте.

Таблица 1

**Содержание протеина и аминокислот в кормовых белковых концентратах**

Показатели	Мясная мука	Рыбная мука	Шрот соевый	Перьевая мука	Нативное перо
Сырой протеин, %	58,0	69,0	49,0	86,3	90,0
Содержание аминокислот в 100 г протеина, %					
Лизин	4,78	7,29	6,04	1,96	2,01
Метионин + цистеин	2,34	3,49	2,76	6,45	7,73
Метионин	1,33	2,70	1,33	1,15	1,22
Цистин	1,01	0,79	1,43	5,30	6,51
Треонин	3,48	3,97	3,90	5,03	5,43
Аргинин	6,53	5,75	7,16	6,60	7,26
Валин	4,91	4,64	4,71	5,97	6,78
Доля аминокислот по отношению к лизину, %					
Метионин + цистеин	49,0	47,9	45,7	329,0	384,6
Метионин	27,8	37,0	22,0	58,7	60,7
Треонин	72,8	54,5	64,6	256,6	270,1
Аргинин	133,6	78,9	118,5	336,7	361,2
Валин	102,7	63,6	78,0	304,6	337,3

Перьевую муку, испытали в условиях вивария ФГУП Загорское ЭПХ ВНИТИП в рационах бройлеров кросса «Кобб-Авиан 48» в группах по 35 голов с 22 до 38-дневного возраста. С 1-го по 21 день выращивания птицу кормили одинаковыми кормами с содержанием рыбной муки 5%. С 22-38 день птицу 1 группы кормили ОР с включением 5% рыбной муки, 2 группы - ОР с включением 3,5% рыбной муки и 1,5% гидролизованной перьевой муки, 3 группы - ОР с включением 2,5% рыбной муки и 2,5% гидролизованной перьевой муки, 4 группы - ОР с включением 0% рыбной муки и 5,0% гидролизованной перьевой муки. Рационы для цыплят всех групп были сбалансированы по протеину, и аминокислотам за счёт включения в рецепт синтетических аминокислот. Птицу содержали в клеточных батареях с плотностью посадки 19,5 голов/м<sup>2</sup>, освещение, фронт кормления и поения во всех группах был одинаковый. Питательность кормов и зоотехнические нормы

соответствовали рекомендациям ВНИТИП. Кормление осуществлялось рассыпными кормами при свободном доступе к ним.

В рационах контрольной и опытных групп второго периода откорма сумма доступных метионина + цистеина была одинаковой, однако содержание доступного метионина в опытных группах было ниже требуемого норматива, особенно в кормах 4-й группы, а доступного цистина, наоборот, увеличивалось по мере увеличения ввода перьевой муки в рацион. Как отмечают ряд авторов оптимальное отношение цистеина к метионину 100:105 [6,7]. Возможно, при повышении доли метионина в корме, содержащем 5% перьевой муки, рост цыплят ещё улучшится. Зоотехнические показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2

### Зоотехнические показатели выращивания цыплят-бройлеров

Показатель	Группы			
	1	2	3	4
Масса в суточном возрасте, г	45,4±0,5	44,8±0,4	43,6±0,5	43,6±0,5
Масса в 21 день, г	736,8±15,0	722,6±13,9	753,5±15,3	738,7±16,6
Масса в 38 дней, г	2130,5±38,1	2181,5±51,1	2141,3±41,5	2137,1±44,3
В сравнении с контролем, %		102,4	100,5	100,3
P		<0,95	<0,95	<0,95
Средняя масса петушка, г	2266,1±36,7	2348,0±21,5	2294,0±56,3	2400,0±41,3
В сравнении с контролем, %		103,6	101,2	105,9
P		<0,95	<0,95	>0,95
Средняя масса курочки, г	2002,3±49,6	1931,1±65,3	2014,1±40,9	1979,4±32,4
В сравнении с контролем, %		96,4	100,6	98,9
P		<0,95	<0,95	<0,95
Средняя арифметическая живая масса, г	2134,2	2139,6	2154,1	2189,7
В сравнении с контролем, %		100,3	100,9	102,6
Среднесуточный прирост, г	56,1	56,3	56,7	57,6
В сравнении с контролем, %		100,4	101,1	102,7
Затраты корма на 1 кг прироста живой массы, кг	1,72	1,65	1,67	1,70
В сравнении с контролем, %		96,2	97,6	98,9

Статистическая средняя живая масса птицы в 38-дневном возрасте во второй опытной группе превышала контрольную группу на 2,4%, а в третьей и четвёртой опытных группах оставалась на уровне контроля. Средняя арифметическая масса птицы во второй и третьей опытных группах не изменилась и оставалась на уровне показателя контрольной группы, а четвёртой возросла на 2,6%. Результаты испытаний показали, что прирост живой массы с 21 по 38 день во второй и четвёртых группах был выше контрольного значения на 1,4 и 3,9%, в третьей группе он не изменился. Средняя масса петушков во второй, третьей и четвёртой опытных группах была выше на 3,6, 1,2 и 5,9% соответственно, по сравнению с контрольной группой.

Курочки третьей группы имели среднюю массу на уровне контроля, а во второй и четвёртой опытных группах она была ниже на 3,6 и 1,1%. Затраты корма на 1 кг привеса во всех опытных группах были ниже на 3,8, 2,4 и 1,1%, стоимость корма израсходованного на 1 кг прироста так же снизились.

При температуре 160–200°C происходит максимальный гидролиз кератина. Высокое суммарное содержание серосодержащих аминокислот метионин + цистеина в перьевой муке является негативным фактором, поскольку оно представлено в основном цистином. Включение в корм цыплят-бройлеров перьевой гидролизованной муки в последние периоды откорма увеличивает живую массу птицы на 2,6%, уменьшает затраты корма на кг привеса и снижает стоимость рационов.

### **Библиографический список**

1. Sinkiewicz I., Staroszczyk H., Sliwinska A. Solubilization of keratins and functional properties of their isolates and hydrolysates. J. Food Biochem. 2018. 42. e12494.

2. Wang B., Yang W., McKittrick J., Meyers M.A. Keratin: structure, mechanical properties, occurrence in biological organisms, and efforts of bioinspiration. Prog. Mater. Sci. 2016. 76:229–318.

3. Kornilowicz–Kowalska T., Bohacz J. Biodegradation of keratin waste: theory and practical aspects. Waste Manag. 2011. 31:1689–1701.

4. Слепнева, Е.В. Влияние химических реагентов на кератин шерстяных волокон / Е.В. Слепнева, В.В. Хамматова // Вестник Казанского технологического университета.– 2014.– Т.17.– №16.– С.73–75.

5. Афанасьев В.А. Руководство по технологии комбикормовой продукции с основами кормления животных. – Воронеж, 2007. – 389 с.

6. Khan, D.R., Wecke, C. and Liebert, F. An elevated dietary cysteine to methionine ratio does not impact on dietary methionine efficiency and the derived optimal methionine to lysine ratio in diets for meat type chicken. Open Journal of Animal Sciences, 2015. 5, 457–466.

7. T. Cao, J.T. Weil, P. Maharjan, J. Lu, C.N. Coon, The Digestible Methionine and Cystine Requirements for Commercial Layers. International Journal of Poultry Science 19: 2020.232–243.

**УДК 636.2.084.523**

### **ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БИДОСТУПНОЙ ФОРМЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЦИОНАХ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ**

*Сыроватский Максим Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры кормления и кормопроизводства ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА имени К.И. Скрябина» mSyrovatskiy@mail.ru*