

УДК 619:616:577:636.0.34

DOI 10.30914/2411-9687-2024-10-4-334-340

**ВЛИЯНИЕ ЭКСТРУДИРОВАННЫХ КОМБИКОРМОВ НА ОБМЕН ВЕЩЕСТВ  
ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ КОРОВ ЧЕРНО-ПЕСТРОЙ ПОРОДЫ****Р. А. Жаксалыков<sup>1,2</sup>, М. В. Заболотных<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Российская Федерация<sup>2</sup>Ветеринарная станция города Петропавловска,Управление ветеринарии акимата Северо-Казахстанской области,  
г. Петропавловск, Республика Казахстан

**Аннотация. Введение.** На сегодняшний день одной из важных задач в молочном скотоводстве является улучшение кормления высокопродуктивных коров, при этом необходимо уделять особое внимание обмену веществ. У высокопродуктивных коров идет большая нагрузка на организм, таким животным необходимы сбалансированные рационы, которые должны составляться с учетом молочной продуктивности и живой массы. У животных с высокой молочной продуктивностью часто наблюдается нарушение обмена веществ, что приводит к различным заболеваниям. В кормлении животных должны использоваться корма высокого качества. При составлении рационов в основном уделяют внимание соотношению и количеству питательных веществ, не учитывая усвояемость питательных веществ. Самым эффективным способом повысить усвояемость питательных веществ на сегодняшний день является экструдирование. На сырье воздействуют высоким давлением и температурой в результате происходят качественные и питательные улучшения, а также повышается усвояемость питательных веществ. **Целью** нашей работы является выявление изменений биохимического состава сыворотки крови у высокопродуктивных коров черно-пестрой породы при введении в рацион экструдированных комбикормов. **Материалы и методы.** Объектом исследования являлись высокопродуктивные коровы черно-пестрой породы. Для проведения исследования было сформировано три опытные и одна контрольная группы. Опытные группы получали дополнительно к основному рациону 1,0;1,5;2,0 кг экструдированного комбикорма. Изменение метаболических процессов в организме высокопродуктивных коров черно-пестрой породы, которым вскармливали экструдированные комбикорма в разном объеме, мы изучили, используя биохимические показатели сыворотки крови: общий белок, альбумин, аспартатаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, холестерин, амилаза. **Результаты и обсуждения.** На основании полученных результатов было установлено, что экструдированные комбикорма способствуют повышению молочной продуктивности на 10–20%. Оптимальная дача экструдированного комбикорма составляет 1,5 кг. **Заключение.** Вскармливание экструдированных комбикормов в объеме 1,0–1,5 кг не оказывает отрицательного влияния на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы.

**Ключевые слова:** экструдированные комбикорма, обмен веществ, высокопродуктивные коровы, сыворотка крови, черно-пестрая порода

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Жаксалыков Р. А., Заболотных М. В. Влияние экструдированных комбикормов на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы // Вестник Марийского государственного университета. Серия «Сельскохозяйственные науки. Экономические науки». 2024. Т. 10. № 4. С. 334–340. DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-334-340>

**INFLUENCE OF EXTRUDED COMPOUND FEED  
ON THE METABOLISM OF HIGHLY PRODUCTIVE BLACK AND WHITE BREED****R. A. Zhaxalykov<sup>1,2</sup>, M. V. Zabolotnykh<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Omsk State Agrarian University named after. P. A. Stolypin, Omsk, Russian Federation<sup>2</sup>Veterinary Station of the City of Petropavlovsk, Veterinary Department of the Akimat  
of the North Kazakhstan Region, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

**Abstract. Introduction.** Today, one of the important tasks in dairy farming is to improve the feeding of highly productive cows, and it is necessary to pay special attention to metabolism. Highly productive cows put a lot of

stress on the body; such animals need balanced diets, which should be formulated taking into account milk production and live weight. Animals with high milk production often experience metabolic disorders, which leads to various diseases. High quality feed should be used in feeding animals. When formulating diets, attention is mainly paid to the ratio and quantity of nutrients, without taking into account the digestibility of nutrients. The most effective way to increase nutrient absorption today is extrusion. The raw materials are exposed to high pressure and temperature, resulting in quality and nutritional improvements and increased nutrient absorption. **The purpose** of our work is to identify changes in the biochemical composition of blood serum in highly productive black-and-white cows when extruded feed is introduced into the diet. **Materials and methods.** The object of the study were highly productive cows of the black-and-white breed. To conduct the study, three experimental and one control groups were formed. The experimental groups received 1,0;1,5;2,0 kg of extruded feed in addition to the main diet. We studied the changes in metabolic processes in the body of highly productive black-and-white cows, which were fed extruded feed in different volumes, using biochemical indicators of blood serum: total protein, albumin, aspartateaminotransferase, alanineaminotransferase, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, glucose, cholesterol, amylase. **Results and discussions.** Based on the results obtained, it was found that extruded feed contributes to an increase in milk productivity by 10,0–20,0 %. The optimal yield of extruded feed is 1,5 kg. **Conclusion.** Feeding extruded feed in a volume of 1,0–1,5 kg does not have a negative effect on the metabolism of highly productive black-and-white cows.

**Keywords:** extruded feed, metabolism, highly productive cows, blood serum, black and white breed

The authors declare no conflict of interest.

**For citation:** Zhaxalykov R. A., Zabolotnykh M. V. Influence of extruded compound feed on the metabolism of highly productive black and white breed. *Vestnik of the Mari State University. Chapter "Agriculture. Economics"*, 2024, vol. 10, no. 4, pp. 334–340. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30914/2411-9687-2024-10-4-334-340>

## Введение

На животноводческих фермах одной из главных задач является увеличение продуктивности животных. Повысить продуктивность возможно только при полноценном кормлении. Принятые в хозяйствах рационы не всегда полностью удовлетворяют потребность в питательных веществах и не всегда отвечают физиологическим потребностям животных, что приводит к различным нарушениям обмена веществ, снижению продуктивности и перерасходу кормов. Уровень обмена веществ оказывает непосредственное влияние на превращение большого количества энергии и питательных веществ корма в молоко [1; 2].

Применение инновационных технологий и современного оборудования способствует развитию молочного скотоводства. Одним из инновационных способов подготовки кормов к скармливанию является экструзионная обработка.

Включение в рационы молочных коров экструдированных кормов способствует повышению продуктивности на 20–25 % [3]. В. В. Зайцев утверждает, что использование экструдирован-

ных комбикормов в кормлении высокопродуктивных животных уменьшает проблемы дисфункции рубца, а именно ацидоза, руминита и др., это связано с тем, что экструдированные комбикорма содержат меньше крахмала и больше белка [4].

**Целью** нашей работы является изучение обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы при введении в рацион экструдированных комбикормов.

## Материалы и методы

Объектом исследования являлись высокопродуктивные коровы черно-пестрой породы. Исследования проводились в условиях Северо-Казахстанской области. В хозяйстве было сформировано 3 опытные и 1 контрольная группа, в которых было по 10 высокопродуктивных коров черно-пестрой породы, которые являлись аналогами по продуктивности, живой массе, возрасту и дате отела. Животные контрольной группы получали основной рацион по принятым в хозяйстве нормам с учетом их продуктивности и живой

массы, а животные опытных групп дополнительно к основному рациону получали 1; 1,5; 2 кг экструдированного комбикорма. Экструдированный комбикорм состоял из равных частей ячменя и кукурузы, то есть в соотношении 1:1. Перед началом опыта, а затем через каждые 2 месяца отбирали кровь утром перед раздачей кормов. В сыворотке крови определялись следующие показатели: общий белок, альбумин, аспаратаминотрансфераза (АСТ), аланинаминотрансфераза (АЛТ), кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, холестерин, амилаза. Анализ сыворотки крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе GS100, производства компании Genui

Biotech Inc. (КНР). Молочную продуктивность коров учитывали посредством проведения контрольной дойки раз в месяц. Результаты исследования обрабатывали с использованием Microsoft Excel.

#### Результаты исследования, обсуждения

Молочная продуктивность взаимосвязана с обменными процессами, происходящими в организме животных [5; 6]. Данные контрольных доений испытуемых высокопродуктивных коров черно-пестрой породы, в зависимости от количества дачи экструдированного комбикорма представлены в таблице 1.

Таблица 1 / Table 1

Молочная продуктивность коров черно-пестрой породы, килограмм, ( $\bar{x} \pm S_x$ ) /  
Milk productivity of black and white cows, kilogram, ( $\bar{x} \pm S_x$ )

Месяц лактации / Lactation month	Группы / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
1	2	3	4	5
До начала опыта	16,78±0,50	16,85±0,58	16,76±0,63	16,85±0,51
Сентябрь	17,08±0,75	19,23±0,84	19,62±0,73	18,74±0,93
Октябрь	19,61±0,97	22,24±0,98	23,15±0,90	21,68±0,97
Ноябрь	17,44±1,12	21,44±0,92	22,12±0,92	19,81±1,08
Декабрь	16,36±0,86	20,41±0,90	21,51±0,87*	18,10±1,01
<b>Итого</b>	<b>17,62±1,52</b>	<b>20,83±1,44</b>	<b>21,86±1,69</b>	<b>19,58±1,68</b>
Увеличение		+3,21	+4,24	+1,96

\*  $P \leq 0,001$

Как мы видим из таблицы 1, коровы группы Опытная II, которые дополнительно к основному рациону получали 1,5 кг экструдированного комбикорма на протяжении всего опыта имели более высокие удои. В конце опыта по количеству среднесуточного удоя коровы группы Опытная II превзошли контрольную на 23,9 % при  $P \leq 0,001$ . Опытные группы превосходят контрольную по среднесуточному удою, что свидетельствует о положительном влиянии экструдированных комбикормов на продуктивность. Так, средний удой за 4 месяца лактации у групп Опытная I, Опытная II, Опытная III больше, чем у контрольной группы на 15,4; 19,4; 10 % соответственно.

Результаты биохимического анализа сыворотки крови дают нам полную картину о протекающих обменных процессах в организме животных.

Показатели белкового обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы представлены в таблице 2.

Общий белок является главным индикатором протекающих физиологических процессов и обеспеченности организма животного питательными веществами [7; 8]. Содержание общего белка в крови коров на протяжении опыта было в пределах референсных значений (61,60–82,20 г/л). В группе Опытная III содержание общего белка в сыворотке крови в конце опыта стало выше нормы, а именно 82,54 г/л, что свидетельствует об избыточном количестве в рационах сырого протеина, при этом уменьшилось содержание альбуминов с 35,37 Ед/л до 34,17 Ед/л. Это говорит о том, что повышение общего белка идет за счет глобулиновых фракций. У опытных животных

увеличилась активность АСТ и АЛТ с течением лактации, это связано с повышением активности ферментов переаминирования. Так, в сыворотке крови контрольной группы АСТ увеличилась от 52,60 Ед/л до 53,87 Ед/л, а в Опытных от 52,53 Ед/л до 54,74 Ед/л к концу опыта, а АЛТ в контрольной группе от 29,23 Ед/л до 31,10 Ед/л, в Опыт-

ных от 29,17 Ед/л до 32,96 Ед/л к концу опыта. В конце опыта содержание в сыворотке крови АЛТ у группы Опытная II было выше, чем в контрольной, на 5,6 % при  $P \leq 0,05$ .

Показатели минерального обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы представлены в таблице 3.

Таблица 2 / Table 2

Показатели белкового обмена веществ, ( $x \pm Sx$ ) / Indicators for protein metabolism, ( $x \pm Sx$ )

Показатель / Indicator	Группа / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
Перед началом опыта / Before starting the experiment				
Общий белок, г/л	73,80±2,78	73,63±2,52	73,51±2,50	73,72±2,74
Альбумин, г/л	35,39±1,11	35,31±1,00	35,14±1,17	35,37±1,13
АСТ, Ед/л	52,60±0,95	52,62±1,33	52,61±0,91	52,53±0,87
АЛТ, Ед/л	29,23±0,56	29,26±0,73	29,20±0,49	29,17±0,50
2 месяц опыта / 2 months of experience				
Общий белок, г/л	74,36±3,36	74,81±3,29	74,96±2,92	75,60±2,72
Альбумин, г/л	35,46±0,99	36,23±1,40	36,58±2,67	35,72±1,09
АСТ, Ед/л	53,05±0,94	53,47±0,97	53,61±0,96	53,35±0,85
АЛТ, Ед/л	30,64±0,55	30,89±0,57	30,98±0,57	30,83±0,49
Конец опыта / End of the experience				
Общий белок, г/л	75,39±4,11	76,49±3,60	78,08±3,84	82,54±3,30
Альбумин, г/л	35,98±1,13	37,43±2,01	37,65±2,45	34,17±0,87
АСТ, Ед/л	53,87±0,98	54,67±0,81	54,74±0,74	54,33±0,95
АЛТ, Ед/л	31,10±0,52	32,92±0,45	32,96±0,43*	32,71±0,53

\* $P \leq 0,05$

Таблица 3 / Table 3

Показатели минерального обмена веществ, ( $x \pm Sx$ ) / Indicators for mineral metabolism, ( $x \pm Sx$ )

Показатель / Indicator	Группа / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
1	2	3	4	5
Перед началом опыта				
Кальций, ммоль/л	2,60±0,10	2,61±0,13	2,59±0,11	2,60±0,10
Фосфор, ммоль/л	1,60±0,06	1,59±0,06	1,60±0,05	1,60±0,08
Щелочная фосфатаза, Ед/л	62,05±3,34	61,95±2,67	61,97±2,73	62,12±2,56
2 месяц опыта				
Кальций, ммоль/л	2,71±0,13	2,74±0,12	2,80±0,16	2,75±0,19

Окончание табл. 3

1	2	3	4	5
Фосфор, ммоль/л	1,62±0,07	1,69±0,05	1,72±0,05	1,70±0,07
Щелочная фосфатаза, Ед/л	63,32±3,58	64,88±2,70	67,58±2,72	64,84±2,55
Конец опыта				
Кальций, ммоль/л	2,85±0,15	2,94±0,11	3,01±0,11	2,92±0,21
Фосфор, ммоль/л	1,68±0,05	1,76±0,05	1,81±0,03*	1,76±0,07
Щелочная фосфатаза, Ед/л	69,18±3,57	72,04±3,04	78,39±2,36*	73,03±3,90

\*P≤0,05

У высокопродуктивных животных часто наблюдается нарушение кальциево-фосфорного обмена, что приводит к отрицательным последствиям. В сыворотке крови коров группы Опытная II к концу опыта увеличилось количество кальция по сравнению с контрольной группой на 5,3 %, а по сравнению с группой Опытная I и Опытная III – на 2,3; 3,0 % соответственно. В конце опыта содержание в сыворотке крови фосфора у группы Опытная II было выше, чем в контрольной, на 7,2 % при P≤0,05.

У коров группы Опытная II, которым скармливали дополнительно к основному рациону 1,5 кг экструдированного комбикорма к концу опыта увеличилось количество щелочной фосфатазы по сравнению с контрольной группой на 11,7 %, а по сравнению с группой Опытная I и Опытная III – на 8,1; 6,8 % соответственно.

Показатели углеводно-жирового обмена веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы представлены в таблице 4.

Таблица 4 / Table 4

## Показатели углеводно-жирового обмена веществ, (x±Sx) / Indicators for carbohydrate-fat metabolism, (x±Sx)

Показатель / Indicator	Группа / Groups			
	Контрольная / Control	Опытная I / Experienced I	Опытная II / Experienced II	Опытная III / Experienced III
Перед началом опыта				
Глюкоза, ммоль/л	2,48±0,08	2,47±0,05	2,47±0,08	2,50±0,06
Холестерин, ммоль/л	3,64±0,26	3,63±0,20	3,63±0,25	3,63±0,18
Амилаза, Ед/л	805,20±13,44	806,40±27,58	805,90±21,24	805,4±17,08
2 месяц опыта				
Глюкоза, ммоль/л	2,55±0,07	2,61±0,06	2,69±0,09	2,62±0,10
Холестерин, ммоль/л	3,69±0,18	3,66±0,18	3,68±0,24	3,71±0,19
Амилаза, Ед/л	807,90±14,17	825,00±21,22	845,20±21,57	828,60±28,26
Конец опыта				
Глюкоза, ммоль/л	2,62±0,06	2,73±0,05	2,95±0,07**	2,80±0,06*
Холестерин, ммоль/л	3,73±0,19	3,74±0,20	3,73±0,27	3,75±0,18
Амилаза, Ед/л	835,90±22,13	885,00±23,90	900,10±20,94*	887,70±21,01

\*P≤0,05; \*\*P≤0,01

Нашими исследованиями было доказано, что в организм высокопродуктивных коров поступает достаточное количество энергии, о чем свидетельствует уровень глюкозы в сыворотке крови

животных (Референсные значения – 2,20–3,30 ммоль/л). В конце опыта коровы группы Опытная II достоверно превосходили коров контрольной группы при P≤0,01.

Холестерин является одним из важным показателем синтетической функции печени животных. Показатели холестерина в сыворотке крови всех групп коров в конце исследования были примерно на одном уровне 3,73–3,75 ммоль/л. Следует отметить, что увеличение холестерина в сыворотке крови животных связано с интенсивной молокоотдачей, и тем, что после отела у коров происходит увеличение железистой ткани вымени [9].

Увеличение амилазы в сыворотке крови во время лактации происходит из-за интенсивного лактогенеза [10]. Животным группы Опытная II, которым дополнительно скармливали 1,5 кг экструдированного комбикорма содержание амилазы в конце исследования было больше по сравнению с контрольной группой на 7,1 %, а по

сравнению с группой Опытная I и Опытная III на 1,7; 1,4 % соответственно.

### Заключение

При введении в рацион экструдированных комбикормов молочная продуктивность высокопродуктивных коров черно-пестрой породы повышается на 10,0–20,0 %. Оптимальная дача экструдированных комбикормов с учетом обмена веществ составляет 1,5 кг. Экструдированные комбикорма оказывают положительное влияние на обмен веществ высокопродуктивных коров черно-пестрой породы. При перекорме экструдированными комбикормами в сыворотке крови повышается количество общего белка и понижается содержание альбуминов, что свидетельствует об избыточном количестве в рационе сырого протеина.

1. Механизмы развития метаболических нарушений у высокопродуктивных коров / В. Д. Конвай [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2013. № 1 (9). С. 59–63. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-razvitiya-metabolicheskikh-narusheniy-u-vysokoproduktivnyh-korov>?ysclid=m4cf4zswyk741194816 (дата обращения: 26.09.2024).

2. Горелик В. С. Молочная продуктивность коров в зависимости от происхождения // Молодой ученый. 2014. № 9. С. 88–91. URL: <https://moluch.ru/archive/68/11515/?ysclid=m4cf9x8why584739832> (дата обращения: 24.09.2024).

3. Райхман А. Я. Обоснование оптимальной структуры рациона при откорме молодняка крупного рогатого скота // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2015. № 2. С. 319–328. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obosnovanie-optimalnoy-struktury-ratsiona-pri-otkorme-molodnyaka-kрупного-rogatogo-skota>?ysclid=m4cfcb9yvvw237778722 (дата обращения: 24.09.2024).

4. Зайцев В. В., Константинов В. А., Корнилова В. А. Эффективность использования экструдированных комбикормов-концентратов в кормлении коров // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 11. С. 28–31. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispolzovaniya-ekstrudirovannyh-kombikormov-kontsentrato-v-kormlenii-korov>?ysclid=m4cfekb7v6309520848 (дата обращения: 23.09.2024).

5. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the periparturient period // J. Anim. Sci. 2017. Vol. 10. Pp. 85–88.

6. Влияние экструдированного зерна бобовых на обмен веществ у молодняка крупного рогатого скота / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : матер. IV Международной научно-практической конференции. Красноярск : КрасНИИЖ, 2020. С. 264–268. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42860986&ysclid=m4cfmshajz632659801> (дата обращения: 23.09.2024).

7. Filipovic S., Kormanjos S., Sakac M. Effect of extrusion on nutritive value of animal feed // Extrusion technology in feed and food processing : 2nd Workshop. 2010. Pp. 97–117.

8. Таганович А. Д., Олецкий Э. И., Котович И. Л. Патологическая биохимия : монография. М. : Бином, 2015. 448 с.

9. Gujral H. S., Singh N., Singh B. Extrusion behaviour of grits from flint and sweet corn // Food Chemistry. 2001. Vol. 74. Pp. 303–308.

10. Lazou A., Krokida M. Functional properties of corn and corn-lentil extrudates // Food Research International. 2010. Vol. 43. Pp. 609–616. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.017>

*Статья поступила в редакцию 09.10.2024 г.; одобрена после рецензирования 06.11. 2024 г.; принята к публикации 20.11.2024 г.*

### Об авторах

#### Жаксальков Руслан Ахметжанович

магистр ветеринарных наук, аспирант, Омский аграрный университет им. П. А. Столыпина (644008, Российская Федерация, г. Омск, ул. Институтская площадь, д. 1), ветеринарный врач, КГУ «Ветеринарная станция города Петропавловска» КГУ «Управление ветеринарии акимата Северо-Казахстанской области» (150000, Республика Казахстан, Северо-Казахстанская область, г. Петропавловск, ул. Ж. Жабаяева, д. 304/2), [ruslan\\_zh-97@mail.ru](mailto:ruslan_zh-97@mail.ru)

**Заболотных Михаил Васильевич**

доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарно-санитарной экспертизы продуктов животноводства и гигиены сельскохозяйственных животных, Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина (644008, Российская Федерация, г. Омск, ул. Институтская площадь, д. 1), [mv.zabolotnykh@omgau.org](mailto:mv.zabolotnykh@omgau.org)

*Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

1. Konvai V. D. Mekanizmy razvitiya metabolicheskikh narushenii u vysokoproduktivnykh korov [Mekanizmy razvitiya metabolicheskikh narushenii u vysokoproduktivnykh korov]. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Omsk SAU*, 2013, no. 1 (9), pp. 59–63. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/mehanizmy-razvitiya-metabolicheskikh-narusheniy-u-vysokoproduktivnykh-korov?ysclid=m4cf4zswyk741194816> (accessed 26.09.2024). (In Russ.).
2. Gorelik V. S. Molochnaya produktivnost' korov v zavisimosti ot proiskhozhdeniya [Molochnaya produktivnost korov v zavisimosti ot proiskhozhdeniya]. *Molodoi uchenyi = A Young Scientist*, 2014, no. 9, pp. 88–91. Available at: <https://moluch.ru/archive/68/11515/?ysclid=m4cf9x8why584739832> (accessed 24.09.2024). (In Russ.).
3. Raykhman A.Ya. Obosnovanie optimal'noi struktury ratsiona pri otkorme molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Obosnovanie optimal'noi struktury ratsiona pri otkorme molodnyaka krupnogo rogatogo skota]. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva = Actual Problems of Intensive Development of Animal Husbandry*, 2015, no. 2, pp. 319–328. (In Russ.).
4. Zaytsev V. V., Konstantinov V. A., Kornilova V. A. Effektivnost' ispol'zovaniya ekstrudirovannykh kombikormov-konsentratov v kormlenii korov [Effektivnost ispol'zovaniya ekstrudirovannykh kombikormov-konsentratov v kormlenii korov]. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal = International Research Journal*, 2015, no. 11, pp. 28–31. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-ispol'zovaniya-ekstrudirovannykh-kombikormov-konsentratov-v-kormlenii-korov?ysclid=m4cfekb7v6309520848> (accessed 23.09.2024). (In Russ.).
5. Hachenberg S., Weinkauff C. Evaluation of classification modes potentially suitable to identify metabolic stress in healthy dairy cows during the peripartur period. *J. Anim. Sci.*, 2017, vol. 10, pp. 85–88. (In Eng.).
6. Kot A. N., Radchikov V. F. [et al.]. Vliyanie ekstrudirovannogo zerna bobovykh na obmen veshchestv u molodnyaka krupnogo rogatogo skota [Vliyanie ekstrudirovannogo zerna bobovykh na obmen veshchestv u molodnyaka krupnogo rogatogo skota]. *Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri, mater. IV Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii = Nauchnoe obespechenie zhivotnovodstva Sibiri: Materialy IV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. Krasnoyarsk, KrasNIIZh, 2020, pp. 264–268 pp. Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42860986&ysclid=m4cfmsxajz632659801> (accessed 23.09.2024). (In Russ.).
7. Filipovic S., Kormanjos S., Sakac M. Effect of extrusion on nutritive value of animal feed. *Extrusion technology in feed and food processing: 2nd Workshop*, 2010, pp. 97–117. (In Eng.).
8. Taganovich A. D., Oletskiy E. I., Kotovich I. L. Patologicheskaya biokhimiya [Patologicheskaya biokhimiya]. M., Binom, 2015, 448 p. (In Russ.).
9. Gujral H. S., Singh N., Singh B. Extrusion behaviour of grits from flint and sweet corn. *Food Chemistry*, 2001, vol. 74, pp. 303–308. (In Eng.).
10. Lazou A., Krokida M. Functional properties of corn and corn-lentil extrudates. *Food Research International*, 2010, vol. 43, pp. 609–616. (In Eng.). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2009.09.017>

*The article was submitted 09.10.2024; approved after reviewing 06.11.2024; accepted for publication 20.11.2024.*

**About the authors****Ruslan A. Zhaxalykov**

Master of Veterinary Sciences, veterinarian of the Veterinary Station of the City of Petropavlovsk Veterinary Department of the Akimat of the North Kazakhstan Region (150000, Republic of Kazakhstan, North Kazakhstan region, Petropavlovsk, Zh. Zhabaev St., 304/2), Postgraduate student, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin (644008, Russian Federation, Omsk, Institutskaya Ploshchad st., 1), [ruslan\\_zh-97@mail.ru](mailto:ruslan_zh-97@mail.ru)

**Mikhail V. Zabolotnykh**

Dr. Sci. (Biology), Professor, Head of the Department of Veterinary and Sanitary Expertise of Livestock Products and Hygiene of Farm Animals, Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin (644008, Russian Federation, Omsk, Institutskaya Ploshchad st., 1), [mv.zabolotnykh@omgau.org](mailto:mv.zabolotnykh@omgau.org)

*All authors have read and approved the final manuscript.*