

Р.В. Некрасов¹ ✉
М.Г. Чабаев¹
Е.В. Туаева¹
Д.А. Никанова¹
Н.В. Боголюбова¹
С.О. Шаповалов²
Г.А. Иванов³

¹Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, Московская обл., Россия

²НИЦ «Черкизово», Москва, Россия

³ООО «НордТехСад», Новодвинск, Россия

✉ nek_roman@mail.ru

Поступила в редакцию:
04.09.2023

Одобрена после рецензирования:
31.10.2023

Принята к публикации:
10.11.2023

Roman V. Nekrasov¹ ✉
Magomed G. Chabaev¹
Evgenia V. Tuaeve¹
Daria A. Nikanova¹
Nadezhda V. Bogolyubova¹
Sergey O. Shapovalov²
Gennady A. Ivanov³

¹L.K. Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Dubrovitsy settlement, Moscow region, Russia

²SIC Cherkizovo, Moscow, Russia

³LLC NordTekhSad, Novodvinsk, Russia

✉ nek_roman@mail.ru

Received by the editorial office:
04.09.2023

Accepted in revised:
31.10.2023

Accepted for publication:
10.11.2023

Влияние липидной фракции личинок Чёрной львинки на продуктивность, резистентность и обменные процессы у телят молочного периода выращивания

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Имеются данные о повышении иммунитета у животных при скармливании им компонентов из личинок насекомых.

Цели исследований — изучение некоторых сторон состава и бактерицидных свойств липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки (ЛЧЛ-лф); установление эффективности использования ЛЧЛ-лф в качестве добавки к рациону телят молочного периода выращивания.

Методика. Научно-хозяйственный опыт по изучению действия различных уровней использования липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки, в рационах телят молочного (с 59-го по 123-й день) периода выращивания проведен в АО «Молоди» Московской области. Животным контрольной группы скармливался сбалансированный по энергии и питательным веществам рацион, 1-й опытной дополнительно к основному рациону ежедневно (индивидуально) в утреннее кормление скармливали 5 г ЛЧЛ-лф, 2-й опытной — 10 г ЛЧЛ-лф.

Результаты. Жирнокислотный состав ЛЧЛ-лф: сумма насыщенных ЖК — 85,9%, лауриновой кислоты — 55,6%. Антимикробные свойства экстракта из ЛЧЛ-лф в значительной степени отмечены в отношении грамположительных бактерий. Отмечено, что скармливание личинок в диетах молодняка улучшало бактерицидные свойства сыворотки крови подопытных животных — с 31,4 до 42,9–48,6% ($p < 0,05$). Более высоким в крови животных 2-й группы было содержание эритроцитов (11,6% против $10,3 \times 10^{12}/л$ в контроле, $p = 0,08$) и гематокрита (40,9 против 37,1% в контроле, $p = 0,02$), что свидетельствует о повышении окислительно-восстановительной способности крови подопытных животных. В крови животных опытных групп повышалось содержание свободных водорастворимых антиоксидантов — с 14,8 мг/л в контроле до 17,8 мг/л ($p = 0,08$) и до 15,7 мг/л ($p = 0,39$) в крови животных опытных групп, 1-й и 2-й соответственно. В целом за двухмесячный период опыта увеличение ССП составило: в 1-й группе — 8,4%, во 2-й группе — 18,7% по сравнению с контролем (703,1–769,5 г против 648,4 г, $p < 0,05$).

Ключевые слова: телята, личинки, Чёрная львинка, прирост, показатели крови, резистентность

Для цитирования: Некрасов Р.В. и др. Влияние липидной фракции личинок Чёрной львинки на продуктивность, резистентность и обменные процессы у телят молочного периода выращивания. *Аграрная наука*. 2023; 376(11): 64–69. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-64-69>

© Некрасов Р.В., Чабаев М.Г., Туаева Е.В., Никанова Д.А., Боголюбова Н.В., Шаповалов С.О., Иванов Г.А.

Influence of lipid fraction of Black Soldier fly larvae on productivity, resistance and metabolic processes in milk-fed period calves

ABSTRACT

Relevance. There is evidence of increased immunity in animals when they are fed components from insect larvae. The research objectives are to study some aspects of the composition and bactericidal properties of the lipid fraction obtained from the biomass of Black Lion larvae (LCL-If); to establish the effectiveness of using LCL-If as an additive to the diet of calves of the dairy growing period.

Methodology. Scientific and economic experience in studying the effect of various levels of use of the lipid fraction obtained from the biomass of Black Lion larvae in the diets of dairy calves (from the 59th to the 123rd day) of the growing period was carried out in JSC “Molodi” of the Moscow region. The animals of the control group were fed a balanced diet in terms of energy and nutrients, the 1st experimental in addition to the main diet daily (individually) in the morning feeding was fed 5 g of LCHL-If, the 2nd experimental — 10 g of LCHL-If.

Results. Fatty acid composition of LCHL-If: the sum of saturated LC — 85.9%, lauric acid — 55.6%. The antimicrobial properties of the extract from LCL-If are largely noted in relation to gram-positive bacteria. It was noted that feeding larvae in the diets of young animals improved the bactericidal properties of the blood serum of experimental animals — from 31.4 to 42.9–48.6% ($p < 0.05$). The content of erythrocytes (11.6% vs. $10.3 \times 10^{12}/l$ in the control, $p = 0.08$) and hematocrit (40.9 vs. 37.1% in the control, $p = 0.02$) was higher in the blood of group 2 animals, which indicates an increase in the redox capacity of the blood of experimental animals. In the blood of animals of the experimental groups, the content of free water-soluble antioxidants increased — from 14.8 mg/l in the control to 17.8 mg/l ($p = 0.08$) and to 15.7 mg/l ($p = 0.39$) in the blood of animals of the experimental groups, 1st and 2nd, respectively. In general, over the two-month period of the experiment, the increase in SSP was: in group 1 — 8.4%, in group 2 — 18.7% compared with the control (703.1–769.5 g vs. 648.4 g, $p < 0.05$).

Key words: calves, larvae, Black Soldier fly, growth, blood parameters, resistance

For citation: Nekrasov R.V. et al. Influence of lipid fraction of Black Soldier fly larvae on productivity, resistance and metabolic processes in milk-fed period calves. *Agrarian science*. 2023; 376(11): 64–69 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-376-11-64-69>

© Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Tuaeve E.V., Nikanova D.A., Bogolyubova N.V., Shapovalov S.O., Ivanov G.A.

Введение/Introduction

Недавние исследования показали, что насекомые являются устойчивым источником кормов для животных во многих странах мира благодаря их способности обеспечивать питательные ингредиенты [1].

Имеются данные о повышении иммунитета у животных при скормлении им компонентов из личинок насекомых [2]. Отечественными и зарубежными учеными хорошо изучены насекомые Чёрная львинка (*Hermetia illucens*) [3], желтый мучной червь (*Tenebrio molitor*) [4, 5] и обыкновенная домашняя муха (*Musca domestica*) [6, 7], личинки которых содержат биоактивные компоненты, такие как лауриновая кислота, антимикробные пептиды и хитин, обладающие иммуностимулирующими свойствами [8].

По данным М. Yu и соавторов [9], включение личинки Чёрной львинки в рацион может усиливать иммунный гомеостаз слизистых оболочек свиней путем изменения бактериального состава и их метаболитов. Также при использовании личинок Чёрной львинки повышается частота CD4⁺ лимфоцитов у цыплят-бройлеров, что свидетельствует об их положительном влиянии на иммунный гомеостаз.

Гемолимфа насекомых, которая аналогична крови млекопитающих, содержит иммунные клетки — гемоциты, которые можно сравнить с нейтрофилами млекопитающих с точки зрения их способности к фагоцитозу. Выделенные фракции из гемолимфы личинки Чёрной львинки показывают высокую противомикробную и противогрибковую активность, а также эффективность воздействия на моделях онкологических и диабетических заболеваний [10–12]. Также у личинок, предкуколок, куколок и взрослых мух Чёрная львинка содержатся пигменты типа эумеланин. Меланины эндогенного происхождения наделены свойствами фото- и радиопротекторов, нейтрализуют продукты перекисного окисления липидов. Меланин присутствует не только в кутикуле, он был найден и в организме насекомого в комплексе с липидами. У куколок это в основном лауриновая кислота, которая ассоциируется с меланином. Выделенный от взрослых мух меланин-хитиновый комплекс обладает широким спектром антибактериальной активности, ингибируя рост 21 из 25 исследуемых культур. Наибольшая зона ингибирования роста отмечена в отношении *Aspergillus niger*, *Candida albicans*, *Salmonella* и *Staphylococcus aureus* [13].

Личинки Чёрной львинки используются в Европе и Америке как медицинский ресурс и лекарственное насекомое для лечения повреждений кожи, таких как ожоги и заживление ран. Исследование Choi [14] было проведено для оценки влияния нового вещества, вызывающего антибактериальную активность против различных патогенных бактерий, включая устойчивый к метициллину *Staphylococcus aureus* (MRSA).

Антибактериальную активность гександиовой кислоты определяли с использованием различных антимикробных показателей, таких как турбидометрический анализ, анализ резазурина и диффузия дискового агара. Гександиовая кислота проявляла ингибирующие эффекты селективного роста против роста и пролиферации *Staphylococcus aureus*, *MRSA*, *Klebsiella pneumoniae*

и *Shigella dysenteriae* зависимым от концентрации образом. Эти результаты показывают, что гександиовая кислота обладает антибактериальными свойствами, которые эффективно ингибируют рост (пролиферацию) патогенных бактерий.

Лауриновая кислота обладает бактерицидными свойствами. Установлено, что добавление этой кислоты в концентрациях (0,31, 0,16 и 0,07 г/л) в среде RCB полностью подавляет рост трех штаммов *C. perfringens* из коллекции ATCC (13124, 10543, 12916) [15]. Известно, что лауриновая кислота преобразуется в организме животного в монолаурин, являющийся противовирусным, антибактериальным и антипротозойным моноглицеридом. Наиболее часто встречающиеся *Salmonella*, *E. coli* и другие грамотрицательные патогенные бактерии могут нейтрализовываться путем использования препаратов на основе альфа-монолаурина [16].

Цели исследований — изучение некоторых сторон состава и бактерицидных свойств липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки (ЛЧЛ-лф), установление эффективности использования ЛЧЛ-лф в качестве добавки к рациону телят молочного периода выращивания.

Материалы и методы исследований / Materials and methods

Эксперименты проводили в соответствии с основами и принципами надлежащего содержания и ухода за животными^{1, 2}.

Липидная фракция была выделена из живых личинок Чёрной львинки 15-дневного возраста с помощью механической прессовальной машины, образцы предоставлены компанией ООО «Нордтехсад» (г. Новодвинск, Архангельская обл., Россия) и использованы для исследования. В НИЦ «Черкизово» проведен анализ жирнокислотного состава (ГОСТ 31663-2012³) липидной фракции личинок из Чёрной львинки.

В лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста изучены антимикробные свойства экстракта из ЛЧЛ-лф в смеси «метанол + вода + уксусная кислота» (90/9/1). Исследование было направлено на оценку бактерицидного действия экстрактов жира, полученного из личинок Чёрной львинки. Антибактериальная эффективность экстрактов жира оценивалась в отношении следующих штаммов: *B. cereus* ATCC 11778, *B. subtilis* subsp. *spizizenii* ATCC 6633, *S. typhimurium* ATCC 14028, *E. coli* ATCC 25922, *S. aureus* ATCC 25923 (ГКПМ-Оболensk, Россия). Исследования проводили на агаре Мюллера — Хинтона. Результат оценивали по диаметру зон ингибиции роста.

Научно-хозяйственный опыт по изучению действия различных уровней использования липидной фракции, полученной из биомассы личинок Чёрной львинки, в рационах телят молочного периода выращивания (с 59-го по 123-й день) проведен в 2021–2022 гг. в АО «Молоди» Чеховского района Московской области. Для проведения опыта были сформированы три группы телят голштинизированной черно-пестрой породы по 12 особей в каждой группе (табл. 1).

По принципу аналогов телята были разделены с учетом возраста, породности, живой массы при рождении

¹ Директива Европейского парламента и Совета Европейского союза 2010/63/ЕС от 22 сентября 2010 г. по защите охраны животных, используемых в научных целях (https://ruslasa.ru/wp-content/uploads/2017/06/Directive_201063_rus.pdf).

² Антонова В.С., Топурия Г.М., Косилов В.И. Методология научных исследований в животноводстве: учебное пособие. Издательский центр ОГАУ. 2011.

³ ГОСТ 31663-2012 Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли метиловых эфиров жирных кислот.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Table 1. Design of the scientific experiment

Группа	Голов в группе	Характеристика кормления
1-я — контрольная (К)	12	ОР
2-я — опытная (О1)	12	ОР + 5 г/гол/сут ЛЧЛ-лф
3-я — опытная (О2)	12	ОР + 10 г/гол/сут ЛЧЛ-лф

и при постановке на опыт. Содержание подопытных телят всех подопытных групп при проведении научно-хозяйственного опыта было групповым (с прогулкой на выгульных площадках).

На основании состава изучаемых компонентов, их физиологической роли, а также данных, полученных в ранее проведенных исследованиях [17], были определены уровни скармливания телятам молочного периода выращивания липидной фракции личинок Чёрной львинки: 5 и 10 г/гол/сут (или 0,0045 и 0,09 г/кг ЖМ).

Таким образом, животным 1-й (контрольной) группы (К) скармливался сбалансированный по энергии и питательным веществам рацион (табл. 2), 2-й (опытной) (О1) дополнительно к основному рациону ежедневно (индивидуально) в утреннее кормление скармливали 5 г ЛЧЛ-лф, 3-й (опытной) (О2) дополнительно к основному

Таблица 2. Средневзвешенный рацион кормления телят-молочников за период проводимого эксперимента⁴

Table 2. Weighted average dietary intake of dairy calves for the period of the conducted experiment

Корма и показатели	Группа			
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)	
Комбикорм для телят, кг	1,15	1,15	1,15	
Молоко коровье цельное, кг	4,5	4,5	4,5	
Силос из многолетних трав, кг	1,7	1,7	1,7	
Сено многолетних трав, кг	1,25	1,25	1,25	
Фосфаты кормовые, г	20,0	20,0	20,0	
Соль поваренная, г	15,0	15,0	15,0	
ЛЧЛ-лф, г	—	5,0	10,0	
В рационе содержится:				Норма*
ОЭ _{крс} , МДж	39,5	39,6	39,7	31,0
сухого вещества, кг	3,2	3,2	3,2	3,2
сырого протеина, г	514,6	515,1	515,6	580,0
протеина переваримого, г	374,3	374,7	375,1	395,0
сырого жира, г	249,9	254,1	258,2	197,0
сырой клетчатки, г	477,8	477,9	478,0	300,0
крахмала, г	494,0	494,0	494,0	436,0
сахара, г	359,9	359,9	359,9	322,0
Ca, г	25,8	25,9	25,9	230,0
P, г	16,5	16,5	16,5	16,0
Mg, г	7,0	7,0	7,0	3,8
S, г	4,9	4,9	4,9	7,0
NaCl, г	23,6	23,6	23,6	13,0
каротина, мг	109	109	109	630
витамина А, тыс. МЕ	20,5	20,5	20,5	11,0
витамина D, тыс. МЕ	3,1	3,1	3,1	1,4
витамина Е, тыс. МЕ	217,2	217,3	217,5	86,0
Fe, мг	281,2	281,6	282,0	97,0
Cu, мг	14,6	14,7	14,7	13,0
Zn, мг	78,0	78,2	78,4	90,0
Mn, мг	240,2	240,4	240,7	76,0
Co, мг	0,8	0,8	0,8	2,2
I, мг	1,1	1,1	1,1	0,7

⁴ Некрасов Р.В., Головин А.В., Махаев Е.А. и др. Нормы потребностей молочного скота и свиней в питательных веществах. Москва. 2018; 290.

⁵ Смирнова О.В., Кузьмина Т.А. Определение бактерицидной активности сыворотки крови методом фотонейтриметрии. Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии. 1966; 4: 8–11.

⁶ Мутвин В.И. Борьба с маститами коров. М.: Колос. 1974; 256.

⁷ Методы комплексной оценки функциональной эффективности нейтрофильных гранулоцитов в норме и патологии / И.В. Нестерова, Г.А. Чудилова, С.В. Ковалева, Л.В. Ломтатидзе, Н.В. Колесникова, А.А. Евлевский / Методические рекомендации для иммунологов-аллергологов, врачей и биологов клинической лабораторной диагностики. Краснодар. 2017; 51.

⁸ www.statsoft.com

рациону ежедневно (индивидуально) в утреннее кормление — 10 г ЛЧЛ-лф.

Взвешивание телят проводилось индивидуально при рождении и до завершения опыта один раз в месяц для определения абсолютного, среднесуточного прироста (ССП) живой массы (ЖМ) подопытных животных. Продолжительность научно-хозяйственного опыта телят молочного периода выращивания составила 64 дня.

Для оценки клинико-физиологического и метаболического статуса организма в конце опыта у средних по живой массе животных ($n = 5$) из каждой группы утром (до кормления) были отобраны из яремной вены образцы крови в вакуумные пробирки (ЭДТА (10 мл) и EDTA (5 мл) для дальнейшего определения биохимических показателей на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well (Awareness Technology, США).

Биохимические исследования сыворотки крови определяли на ABC VET (Horiba ABZ Diagnostics Inc., Франция).

В лаборатории микробиологии ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста в крови общепринятыми методами определяли показатели неспецифической резистентности подопытных животных (по пять животных из каждой группы в конце опыта): бактерицидная активность (БА) — фотонейтриметрическим методом⁵, лизоцимная активность (ЛА) — методом В.И. Мутвина⁶, фагоцитарная активность (ФА) клеток крови — определением поглощающей и переваривающей способности клеток крови⁷:

✓ фагоцитарная активность (ФА) = (количество нейтрофилов, участвующих в фагоцитозе / все нейтрофилы) × 100%;

✓ фагоцитарный индекс (ФИ) = количество поглощенных клеток *E. coli* / 100 активных нейтрофилов;

✓ фагоцитарное число (ФЧ) = количество фагоцитированных бактериальных клеток / все нейтрофилы.

Полученные в исследованиях материалы обработаны биометрически с использованием метода дисперсионного анализа (ANOVA) посредством программы Statistica⁸ (version 10, StatSoft, Inc., 2011, Tibco, США) с вычислением следующих величин: среднеарифметической ошибки (M), среднеквадратической ошибки (SEM) и уровня значимости (p -value). При $p < 0,001$ результаты исследований считали высокостатистически достоверными, при $p < 0,01$ и $p < 0,05$ — достоверными, при $p < 0,10$ определяли как тенденцию.

Результаты исследований /

Research results

Изучение жирнокислотного состава (табл. 3) указывает на наличие в изучаемом продукте высокого содержания насыщенных жирных кислот: лауриновой кислоты — 55,6%, миристиновой — 11,7%, пальмитиновой — 14,6%, стеариновой — 1,6% соответственно. Сумма насыщенных ЖК — 85,9%, доля ненасыщенных: пальмитолеиновая — 2,2%, олеиновая — 8,0%, линолевая — 3,1%. Таким образом, в исследуемом и изучаемом образце доля насыщенных кислот, в частности лауриновой, значимо высокая. Данный состав предопределяет биологические свойства липидной фракции личинок Чёрной львинки и может благоприятно влиять на организм животного при скармливании.

Таблица 3. Состав липидной фракции личинок Чёрной львинки
Table 3. Composition of lipid fraction of Black Soldier fly larvae

Профиль жирных кислот, %	Краткое обозначение	Значение	Ошибка измерения
Каприновая кислота	C10:0	1,68	0,5
Лауриновая кислота	C12:0	55,59	3
Тридекановая кислота	C13:0	0,07	0,5
Миристиновая кислота	C14:0	11,73	1,17
Миристолеиновая кислота (цис-9)	C14:1	0,48	0,5
Пентадекановая кислота	C15:0	0,38	0,5
Пальмитиновая кислота	C16:0	14,63	1,46
Пальмитолеиновая кислота (цис-9)	C16:1	2,21	0,5
Маргариновая кислота	C17:0	0,15	0,5
Гептадеценная кислота	C17:1	н/о	–
Стеариновая кислота	C18:0	1,59	0,5
Олеиновая кислота (цис-9)	C18:1	8	0,8
Линолевая кислота (цис-9,12)	C18:2	3,09	0,5
Арахидиновая кислота	C20:0	0,03	0,5
Эйкозеновая кислота (цис-11)	C20:1	0,26	0,5
Арахидоновая кислота (цис-5,8,11,14)	C20:4	0,04	0,5
Трикозановая кислота	C23:0	0,04	0,5
Лигноцериновая кислота	C24:0	0,03	0,5
Сумма жирных кислот, %	–	100	–
Сумма насыщенных кислот	–	85,92	–
Сумма ненасыщенных кислот	–	14,08	–
Отношение ненасыщенных к насыщенным ЖК	–	0,16	–

Антимикробные свойства экстракта из ЛЧЛ-лф в смеси «метанол + вода + уксусная кислота» (90/9/1) в значительной степени отмечены в отношении грамположительных бактерий, в меньшей степени — в отношении грамотрицательных бактерий. Это может быть связано с непроницаемостью их клеточной стенки для молекул исследуемой субстанции или механизмом выведения антибактериального агента из клетки.

Результаты ингибирования роста бактерий представлены в таблице 4.

В исследованиях состояние естественной резистентности организма телят характеризовалось изучением гуморальных и клеточных факторов иммунной защиты организма, включающими лизоцимную, бактерицидную и фагоцитарную активность крови. Отмечено, что использование липидной фракции личинок в диетах молодняка улучшало бактерицидные свойства сыворотки подопытных животных при меньшем содержании лизоцима и его активности. Это служит основанием для предположения, что скормливание ЛЧЛ-лф может способствовать улучшению бактерицидной активности сыворотки крови (табл. 5).

Как было отмечено, лауриновая кислота обладает сильной антимикробной активностью благодаря своей функции нарушения липидных мембран микроорганизмов [18] и могла способствовать созданию дополнительной защиты от патогенных микроорганизмов.

ФА, ФЧ, ФИ у телок подопытных групп были практически на уровне контрольных значений ($p > 0,05$). Ранее в исследованиях на свиньях также не было отмечено значительного влияния на клеточный иммунитет подопытных животных при скормливании кормовых продуктов из различных видов насекомых, в частности Чёрной львинки.

При недостоверном ($p > 0,05$) увеличении содержания общего белка в сыворотке крови у животных опытных групп в сравнении с контролем следует обнаружить тот факт, что в целом у животных, потреблявших в составе рациона липидную фракцию из личинок, данный показатель укладывался в физиологически допустимые

Таблица 4. Антибактериальная эффективность экстрактов из ЛЧЛ-лф ($M \pm SEM$)

Table 4. Antibacterial efficacy of lipid extracts of BSFL-lf ($M \pm SEM$)

Микроорганизм	Диаметр зоны задержки роста (ДЗЗР), мм
<i>B. cereus</i> ATCC 11778	20,4 $\pm$ 0,6
<i>B. subtilis</i> subsp. <i>spizizenii</i> ATCC 6633	18,4 $\pm$ 0,5
<i>S. typhimurium</i> ATCC 14028	11,5 $\pm$ 0,2
<i>E. coli</i> ATCC 25922	16,4 $\pm$ 0,3
<i>S. aureus</i> ATCC 25923	20,1 $\pm$ 0,4

Таблица 5. Показатели резистентности подопытных телок ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Table 5. Resistance indices of experimental calves ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Показатель	Группа		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
% лизиса	31,26 $\pm$ 6,14	19,50 $\pm$ 4,42	20,72 $\pm$ 2,01
Лизоцим, мкг/мл сыворотки	0,72 $\pm$ 0,10	0,47 $\pm$ 0,07*	0,52 $\pm$ 0,03*
Удельные единицы активности, ед. а / мг белка	2,56 $\pm$ 0,37	1,76 $\pm$ 0,24*	1,92 $\pm$ 0,15
БАСК, %	31,43 $\pm$ 3,61	48,57 $\pm$ 7,79*	42,86 $\pm$ 4,76*
Фагоцитарная активность (ФА), %	42,4 $\pm$ 0,84	43,47 $\pm$ 3,53	45,14 $\pm$ 3,32
Фагоцитарный индекс (ФИ)	4,34 $\pm$ 0,32	4,29 $\pm$ 0,44	3,91 $\pm$ 0,33
Фагоцитарное число (ФЧ)	1,84 $\pm$ 0,14	1,82 $\pm$ 0,11	1,77 $\pm$ 0,19

* Достоверно при $p < 0,05$.

нормативами величины (72–86 г/л). Уровень альбуминов и глобулинов был практически на одном уровне с тенденцией к повышению глобулиновой фракции — с 43,9 до 44,9–52,8 г/л ($p > 0,05$). При этом было отмечено некоторое смещение содержания мочевины в меньшую сторону в сыворотке крови телок опытных групп: у животных 2-й группы на 0,64 ммоль/л ниже ($p = 0,53$), у животных 3-й опытной группы — на 0,67 ммоль/л ($p = 0,13$), что может свидетельствовать об улучшении использования белка животными вкупе с повышением общего белка в крови. На фоне скормливания ЛЧЛ-лф телкам опытных групп следует отметить на уровне контроля 0,24–0,7 ммоль/л ($p > 0,05$) концентрацию холестерина, что может говорить об отсутствии отрицательного влияния скормливания добавки на работу печени.

Следует отметить улучшение энергетического обмена животных опытной группы, происходило снижение концентрации глюкозы ($p > 0,05$), уровень которой под влиянием скормливания липидов снижался — с 4,4 до 4–4,1 ммоль/л. Глюкоза могла быть использована при повышении энергетического обмена и расхода энергии на прирост живой массы тела подопытных животных.

Стоит обратить внимание на улучшение минерального обмена животных при скормливании им липидов из личинок. Так, уровень *Ca* и *P* был более оптимальным в крови животных опытных групп — *Ca/P* 1,26–1,39 ед. против 1,18 ед. в контроле ($p > 0,05$). Это происходило за счет тенденции к снижению концентрации *Ca* и *P* в сыворотке крови. Морфологические показатели крови во всех группах находились в целом в пределах физиологической нормы. У животных опытных групп более высоким было содержание лейкоцитов (14,8–15,5 против 11,8 $\times 10^9$ /л, $p > 0,05$). Это свидетельствует об улучшении реактивности иммунитета подопытных животных при скормливании им жира. Более высоким в крови животных 3-й опытной группы было содержание эритроцитов (11,6 против 10,3 $\times 10^{12}$ /л в контроле, $p = 0,08$) и гематокрита (40,9% против 37,1% в контроле, $p = 0,02$), что свидетельствует также о повышении окислительно-восстановительной способности крови подопытных животных.

Таблица 6. Биохимические и морфологические показатели крови телят ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Table 6. Biochemical and morphological indices of calf blood ($M \pm SEM$, $n = 5$)

Показатель	Группа		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
Белок общий, г/л	75,16 $\pm$ 4,27	83,70 $\pm$ 3,83	77,94 $\pm$ 1,02
Альбумин, г/л	31,30 $\pm$ 1,16	30,85 $\pm$ 1,92	32,99 $\pm$ 0,79
Глобулин, г/л	43,86 $\pm$ 4,07	52,84 $\pm$ 5,36	44,94 $\pm$ 1,21
А/Г коэффициент	0,73 $\pm$ 0,07	0,61 $\pm$ 0,09	0,74 $\pm$ 0,03
Холестерин, ммоль/л	4,03 $\pm$ 0,61	3,33 $\pm$ 0,24	3,79 $\pm$ 0,29
Билирубин общ., мкмоль/л	6,16 $\pm$ 0,66	6,90 $\pm$ 0,64	6,56 $\pm$ 0,57
АЛТ, МЕ/л	15,70 $\pm$ 2,00	14,57 $\pm$ 1,83	14,51 $\pm$ 0,63
АСТ, МЕ/л	53,71 $\pm$ 2,80	46,75 $\pm$ 4,52	44,60 $\pm$ 2,16*
Креатинин, ммоль/л	81,93 $\pm$ 3,82	84,86 $\pm$ 8,12	82,39 $\pm$ 10,24
Мочевина, ммоль/л	4,29 $\pm$ 0,31	3,65 $\pm$ 1,04	3,62 $\pm$ 0,32
Фосфолипиды, ммоль/л	2,67 $\pm$ 0,34	2,13 $\pm$ 0,08	2,44 $\pm$ 0,20
Триглицериды, ммоль/л	0,31 $\pm$ 0,01	0,31 $\pm$ 0,02	0,31 $\pm$ 0,01
Щелочная фосфатаза, ммоль/л	291,22 $\pm$ 45,32	250,91 $\pm$ 28,63	234,46 $\pm$ 24,51
Глюкоза, ммоль/л	4,40 $\pm$ 0,15	4,10 $\pm$ 0,25	3,98 $\pm$ 0,35
Кальций, ммоль/л	2,87 $\pm$ 0,07	2,70 $\pm$ 0,06*	2,73 $\pm$ 0,12
Фосфор, ммоль/л	3,26 $\pm$ 0,19	2,63 $\pm$ 0,22*	2,92 $\pm$ 0,19
Са/Р	1,18 $\pm$ 0,08	1,39 $\pm$ 0,13	1,26 $\pm$ 0,09
Магний, ммоль/л	0,61 $\pm$ 0,05	0,48 $\pm$ 0,05	0,64 $\pm$ 0,06
Железо, мкмоль/л	25,21 $\pm$ 1,19	23,54 $\pm$ 3,01	23,75 $\pm$ 2,64
СКВА, мг/л	14,76 $\pm$ 0,71	17,83 $\pm$ 1,53†	15,66 $\pm$ 0,87
Лейкоциты, 10^9 /л	11,84 $\pm$ 1,62	15,47 $\pm$ 3,65	14,84 $\pm$ 1,49
Эритроциты, 10^{12} /л	10,30 $\pm$ 0,68	10,69 $\pm$ 0,93	11,60 $\pm$ 0,17†
Гемоглобин, г/л	97,10 $\pm$ 4,22	104,33 $\pm$ 4,54	101,73 $\pm$ 1,27
Гематокрит, %	37,14 $\pm$ 1,28	36,12 $\pm$ 3,95	40,91 $\pm$ 0,46*

Достоверно при: * $p < 0,05$.

Активные формы кислорода, образующиеся при многих метаболических процессах, способны окислять биологически активные соединения. Установлено, что суммарное количество водорастворимых антиоксидантов (СКВА) в крови подопытных животных повысилось с 14,8 мг/л в контроле до 17,8 мг/л ($p = 0,08$) и до 15,7 мг/л ($p = 0,39$) в крови животных 2-й и 3-й опытных групп соответственно, что дополнительно свидетельствует об улучшении защитных свойств сыворотки крови подопытных животных под действием скормливаемого компонента.

В результате проведения взвешивания подопытных животных в 2-, 3- и 4-месячном возрасте было установлено, что тёлочки развивались согласно установленному фону кормления. Вместе с тем были отмечены отличия в росте животных подопытных групп в связи со схемой проводимых испытаний (табл. 7).

Установлено, что при постановке животных на опыт ЖМ значительно не различалась по группам и составляла 86,3–86,9 кг в среднем. При этом скормливание ЛЧЛ-лф уже в первый месяц испытаний привело

Таблица 7. Динамика живой массы тела подопытных животных (в среднем на одну голову, $M \pm SEM$, $n = 12$)

Table 7. Dynamics of body weight of experimental animals (average per 1 head, $M \pm SEM$, $n = 12$)

Показатель	Группа		
	1-я (контрольная)	2-я (опытная)	3-я (опытная)
Живая масса телок в 2-месячном возрасте, кг	86,25 $\pm$ 4,51	105,25 $\pm$ 4,79	127,75 $\pm$ 3,76
Живая масса телок в 3-месячном возрасте, кг	86,92 $\pm$ 5,19	111,92 $\pm$ 6,39	131,92 $\pm$ 6,21
Живая масса телок в 4-месячном возрасте, кг	86,42 $\pm$ 5,95	111,67 $\pm$ 7,34	135,67 $\pm$ 6,66
Абсолютный прирост, кг	41,50 $\pm$ 2,68	45,0 $\pm$ 0,37	49,25 $\pm$ 2,27
в % к контролю	100,0	108,4	118,7
ССП 1-й месяц опыта, г	527,78 $\pm$ 44,17	694,44 $\pm$ 61,86*	701,39 $\pm$ 52,50**
ССП 2-й месяц опыта, г	803,57 $\pm$ 91,31	714,29 $\pm$ 68,57	857,14 $\pm$ 68,57
ССП в целом за опыт, г	648,44 $\pm$ 41,92	703,13 $\pm$ 45,90	769,53 $\pm$ 35,43*

Достоверно при: * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

к увеличению ССП на 31,6% ($p < 0,05$) и 32,9% ($p < 0,01$), соответственно, во 2-й и 3-й опытных группах по сравнению с контрольными значениями ССП. В целом за двухмесячный период опыта увеличение СПП, как и абсолютного прироста, составило в 3-й опытной группе 18,7% ($p < 0,05$). Таким образом, было установлено, что скормливание ЛЧЛ-лф 5 г и 10 г на первом этапе оказало существенное влияние на рост подопытных телок. В дальнейшем стабильно высокий результат по сравнению с контролем показали тёлки 3-й опытной группы, получавшие дополнительно с кормами 10 г/гол/сут ЛЧЛ-лф.

Таким образом, накопление антиоксидантов, улучшение бактерицидных свойств крови способствовало улучшению обменных процессов в организме тёлки в молочный период выращивания, усиливая адаптацию к условиям среды, что приводило к большей подвижности биохимических путей в организме и улучшению родовых параметров.

Выводы/Conclusions

Установлено, что по своему физиологическому действию на организм изученные уровни липидной фракции личинок Чёрной львинки (ЛЧЛ-лф) дополняют сбалансированное питание тёлочек в молочный период их выращивания, обеспечивая лучшую реализацию генетически обусловленного уровня приростов живой массы тела. Антимикробные свойства ЛЧЛ-лф в значительной степени могут способствовать подавлению патогенных микроорганизмов. Считаем, что получение кормов и биологически активных добавок из различных видов насекомых создает основу для обеспечения кормопроизводства новым набором кормовых средств.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания при финансовой поддержке фундаментальных научных исследований Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 121052600314-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014; 197: 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

FUNDING

The work was carried out within the framework of the state task with the financial support of fundamental scientific research of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation No. 121052600314-1.

REFERENCES

1. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*. 2014; 197: 1–33. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008>

2. Benzertiha A. *et al.* *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*. 2020; 99(1): 196–206. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>
3. Schiavone A. *et al.* Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2017; 8: 51. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0181-5>
4. Iaconisi V. *et al.* Dietary inclusion of *Tenebrio molitor* larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). *Aquaculture*. 2017; 476: 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.007>
5. Secci G., Moniello G., Gasco L., Bovera F., Parisi G. Barbary partridge meat quality as affected by *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larva meals in feeds. *Food Research International*. 2018; 112: 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.045>
6. Allegratti G., Talamini E., Schmidt V., Bogorni P.C., Ortega E. Insect as feed: An energy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 171: 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.244>
7. Hussein M. *et al.* Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS ONE*. 2017; 12(2): e0171708. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708>
8. Gasco L., Finke M., van Huis A. Can diets containing insects promote animal health?. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2018; 4(1): 1–4. <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.x001>
9. Yu M., Li Z., Chen W., Rong T., Wang G., Ma X. *Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019; 10: 50. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0358-1>
10. Bergin D., Reeves E.P., Renwick J., Wientjes F.B., Kavanagh K. Superoxide Production in *Galleria mellonella* Hemocytes: Identification of Proteins Homologous to the NADPH Oxidase Complex of Human Neutrophils. *Infection and Immunity*. 2005; 73(7): 4161–4170. <https://doi.org/10.1128/IAI.73.7.4161-4170.2005>
11. Renwick J., Reeves E.P., Wientjes F.B., Kavanagh K. Translocation of proteins homologous to human neutrophil p47^{phox} and p67^{phox} to the cell membrane in activated hemocytes of *Galleria mellonella*. *Developmental & Comparative Immunology*. 2007; 31(4): 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2006.06.007>
12. Pereira T.C. *et al.* Recent Advances in the Use of *Galleria mellonella* Model to Study Immune Responses against Human Pathogens. *Journal of Fungi*. 2018; 4(4): 128. <https://doi.org/10.3390/jof4040128>
13. Ushakova N.A. *et al.* Melanin properties at the different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens*. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017; 7(4): 424–431. https://doi.org/10.15421/2017_13
14. Choi W.H., Jiang M.H. Evaluation of antibacterial activity of hexanedioic acid isolated from *Hermetia illucens* larvae. *Journal of Applied Biomedicine*. 2014; 12(3): 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.jab.2014.01.003>
15. Nekrasov R.V. *et al.* Bioactive Feed Additive for the Prevention of Clostridial Disease in High-Yielding Dairy Cattle. *Agriculture*. 2023; 13: 786. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040786>
16. Гончаров А. Альфа-моноглицериды эффективно разрушают патогенную микрофлору. *Комбикорма*. 2020; (1): 113, 114. <https://elibrary.ru/rsuqwo>
17. Nekrasov R.V. *et al.* Effect of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Fat on Health and Productivity Performance of Dairy Cows. *Animals*. 2022; 12(16): 2118. <https://doi.org/10.3390/ani12162118>
18. Rebucci R., Comi M., Ghiringhelli M., Giorgi S., Cheli F., Bontempo V. Lauric acid saponified with calcium ameliorates indices of intestinal function and gut health in weaned piglets. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20(1): 1479–1490. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1944338>
2. Benzertiha A. *et al.* *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poultry Science*. 2020; 99(1): 196–206. <https://doi.org/10.3382/ps/pez450>
3. Schiavone A. *et al.* Nutritional value of a partially defatted and a highly defatted black soldier fly larvae (*Hermetia illucens* L.) meal for broiler chickens: Apparent nutrient digestibility, apparent metabolizable energy and apparent ileal amino acid digestibility. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2017; 8: 51. <https://doi.org/10.1186/s40104-017-0181-5>
4. Iaconisi V. *et al.* Dietary inclusion of *Tenebrio molitor* larvae meal: Effects on growth performance and final quality traits of blackspot sea bream (*Pagellus bogaraveo*). *Aquaculture*. 2017; 476: 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2017.04.007>
5. Secci G., Moniello G., Gasco L., Bovera F., Parisi G. Barbary partridge meat quality as affected by *Hermetia illucens* and *Tenebrio molitor* larva meals in feeds. *Food Research International*. 2018; 112: 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.045>
6. Allegratti G., Talamini E., Schmidt V., Bogorni P.C., Ortega E. Insect as feed: An energy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry. *Journal of Cleaner Production*. 2018; 171: 403–412. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.09.244>
7. Hussein M. *et al.* Sustainable production of housefly (*Musca domestica*) larvae as a protein-rich feed ingredient by utilizing cattle manure. *PLoS ONE*. 2017; 12(2): e0171708. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171708>
8. Gasco L., Finke M., van Huis A. Can diets containing insects promote animal health?. *Journal of Insects as Food and Feed*. 2018; 4(1): 1–4. <https://doi.org/10.3920/JIFF2018.x001>
9. Yu M., Li Z., Chen W., Rong T., Wang G., Ma X. *Hermetia illucens* larvae as a potential dietary protein source altered the microbiota and modulated mucosal immune status in the colon of finishing pigs. *Journal of Animal Science and Biotechnology*. 2019; 10: 50. <https://doi.org/10.1186/s40104-019-0358-1>
10. Bergin D., Reeves E.P., Renwick J., Wientjes F.B., Kavanagh K. Superoxide Production in *Galleria mellonella* Hemocytes: Identification of Proteins Homologous to the NADPH Oxidase Complex of Human Neutrophils. *Infection and Immunity*. 2005; 73(7): 4161–4170. <https://doi.org/10.1128/IAI.73.7.4161-4170.2005>
11. Renwick J., Reeves E.P., Wientjes F.B., Kavanagh K. Translocation of proteins homologous to human neutrophil p47^{phox} and p67^{phox} to the cell membrane in activated hemocytes of *Galleria mellonella*. *Developmental & Comparative Immunology*. 2007; 31(4): 347–359. <https://doi.org/10.1016/j.dci.2006.06.007>
12. Pereira T.C. *et al.* Recent Advances in the Use of *Galleria mellonella* Model to Study Immune Responses against Human Pathogens. *Journal of Fungi*. 2018; 4(4): 128. <https://doi.org/10.3390/jof4040128>
13. Ushakova N.A. *et al.* Melanin properties at the different stages towards life cycle of the fly *Hermetia illucens*. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2017; 7(4): 424–431. https://doi.org/10.15421/2017_13
14. Choi W.H., Jiang M.H. Evaluation of antibacterial activity of hexanedioic acid isolated from *Hermetia illucens* larvae. *Journal of Applied Biomedicine*. 2014; 12(3): 179–189. <https://doi.org/10.1016/j.jab.2014.01.003>
15. Nekrasov R.V. *et al.* Bioactive Feed Additive for the Prevention of Clostridial Disease in High-Yielding Dairy Cattle. *Agriculture*. 2023; 13: 786. <https://doi.org/10.3390/agriculture13040786>
16. Goncharov A. Alpha-monoglycerides effectively destroy pathogenic microflora. *Kombikorma*. 2020; (1): 113, 114 (In Russian). <https://elibrary.ru/rsuqwo>
17. Nekrasov R.V. *et al.* Effect of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Fat on Health and Productivity Performance of Dairy Cows. *Animals*. 2022; 12(16): 2118. <https://doi.org/10.3390/ani12162118>
18. Rebucci R., Comi M., Ghiringhelli M., Giorgi S., Cheli F., Bontempo V. Lauric acid saponified with calcium ameliorates indices of intestinal function and gut health in weaned piglets. *Italian Journal of Animal Science*. 2021; 20(1): 1479–1490. <https://doi.org/10.1080/1828051X.2021.1944338>

ОБ АВТОРАХ

Роман Владимирович Некрасов¹,
доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН
nek_roman@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>

Магомед Газиевич Чабаяев¹,
доктор сельскохозяйственных наук
chabaev.m.g-1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>

Евгения Викторовна Туаева¹,
доктор сельскохозяйственных наук
tuaeva80@mail.ru

Дарья Александровна Никанова¹,
кандидат биологических наук
dap2189@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5164-244X>

Надежда Владимировна Боголюбова¹,
доктор биологических наук
652202@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Сергей Олегович Шаповалов²,
доктор биологических наук
s.shapovalov@cherkizovo.com

Геннадий Анатольевич Иванов³,
генеральный директор
mipnts@mail.ru

¹ Федеральное исследовательское учреждение животноводства — ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, пос. Дубровицы, 60, Московская обл., 142132, Россия

² ООО НИЦ «Черкизово», ул. Дорожная, 14, дер. Яковлевское, Москва, 143340, Россия

³ ООО «НордТехСад», ул. Мельникова, 7, г. Новодвинск, Архангельская обл., 164900, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Roman Vladimirovich Nekrasov¹,
Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Russian Academy of Sciences
nek_roman@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-4242-2239>

Magomed Gazievich Chabaev¹,
Doctor of Agricultural Sciences
chabaev.m.g-1@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0003-1889-6063>

Evgenia Viktorovna Tuaeva¹,
Doctor of Agricultural Sciences
tuaeva80@mail.ru

Daria Aleksandrovna Nikanova¹,
Candidate of Biological Sciences
dap2189@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0001-5164-244X>

Nadezhda Vladimirovna Bogolyubova¹,
Doctor of Biological Sciences
652202@mail.ru
<https://orcid.org/0000-0002-0520-7022>

Sergey Olegovich Shapovalov²,
Doctor of Biological Sciences
s.shapovalov@cherkizovo.com

Gennady Anatolyevich Ivanov³,
General Director
mipnts@mail.ru

¹ Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst, 60 Dubrovitsy, Moscow region, 142132, Russia

² LLC SIC Cherkizovo, 14 Dorozhnaya Str., Yakovlevskoye village, Moscow, 143340, Russia

³ NordTehSad LLC, 7 Melnikov Str., Novodvinsk, Arkhangelsk region, 164900, Russia