



УДК 619:615+636.5.033
DOI: 10.53083/1996-4277-2026-256-2-48-52

А.А. Ермакова, З.А. Литвинова, Н.М. Мандро
A.A. Ermakova, Z.A. Litvinova, N.M. Mandro

ВЛИЯНИЕ ПЕПТИДОВ КОСТНОМЗГОВОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НА ИММУНИТЕТ ВАКЦИНИРОВАННЫХ ПРОТИВ САЛЬМОНЕЛЛЕЗА ЦЫПЛЯТ

EFFECT OF BONE MARROW PEPTIDES ON IMMUNITY OF SALMONELLA-VACCINATED CHICKENS

Ключевые слова: пептиды из клеток костного мозга, цыплята-бройлеры, вакцинация, специфическая профилактика, сальмонеллез, иммунитет, титры антител, иммуномодуляторы.

Представлены результаты исследования эффективности применения пептидов из клеток костного мозга мелкого рогатого скота на формирование специфического иммунного ответа против сальмонеллеза у цыплят-бройлеров. Птицам опытной группы, вакцинированным от сальмонеллеза, однократно в 1-й день жизни подкожно вводили костномозговой препарат в дозе 0,2 мл на особь. Забор крови осуществляли на 7-е и 14-е сут. жизни для оценки гематологических и иммунологических показателей крови. Установлено, что применение пептидов приводит к интенсификации синтеза иммуноглобулиновых фракций (рост на 7,27% ($p < 0,01$) относительно контроля к 14-му дню эксперимента), стимуляции фагоцитарной активности лейкоцитов (рост в сравнении с контролем на 19,17 и 11,11% на 7-е и 14-е сут. соответственно), лизоцимной активности (превышение контрольных показателей – на 11,6% ($p < 0,05$) и на 28,35% ($p < 0,01$) и бактерицидной активности (рост на 12,43 и 17,75% в сравнении с контролем) сыворотки крови цыплят, а также к активации клеточного звена иммунитета (увеличение количества лейкоцитов на 16,48% относительно контрольных значений на 14-й день). Особое значение имеет выявленное усиление эффективности вакцинации против сальмонеллеза: титр антител в опытной группе превышал контрольные показатели на 40,85% (7-й день) и 48,42% (14-й день). Полученные данные свидетельствуют о том, что пептиды из клеток костного мозга мелкого рогатого скота повышают неспецифическую резистентность организма птиц, активизируют гумо-

ральное и клеточное звено иммунитета и усиливают выработку специфических антител при вакцинации. Результаты исследования обосновывают целесообразность применения данного препарата для повышения эффективности иммунопрофилактики инфекционных болезней птиц, в частности сальмонеллезной инфекции.

Keywords: bone marrow cell peptides, broiler chickens, vaccination, specific prevention, salmonellosis, immunity, antibody titers, immunomodulators.

The research findings on the effectiveness of peptides from small cattle bone marrow cells on the formation of a specific immune response against salmonellosis in broiler chickens are discussed. The chickens of the trial group vaccinated against salmonellosis were subcutaneously injected with a bone marrow preparation at a dose of 0.2 mL per individual on the first day of life. Blood samples were taken on the 7th and 14th days of life to evaluate blood hematological and immunological indices. It was found that the use of peptides led to intensification of the synthesis of immunoglobulin fractions (increase of 7.27%) ($p < 0.01$) compared to the control by the 14th day of the experiment), stimulation of phagocytic activity of leukocytes (increase compared to the control by 19.17% and 11.11% on the 7th and 14th days, respectively), lysozyme activity (exceeding the control values by 11.6% ($p < 0.05$) and 28.35% ($p < 0.01$) and bactericidal activity (increase by 12.43 and 17.75% compared to the control) of chicken blood serum, as well as the activation of the cellular immunity (increase of white blood count by 16.48% compared to the control values on day 14). Of particular importance is the revealed increase in the effectiveness of salmonellosis vaccination: the antibody titer in the trial group ex-

ceeded the control values by 40.85% (day 7) and 48.42% (day 14). The data obtained indicate that peptides from the bone marrow cells of small cattle increase the nonspecific resistance of chicken body, activate the humoral and cellular components of immunity and en-

hance the production of specific antibodies during vaccination. The research findings substantiate the expediency of using this preparation to increase the effectiveness of immunoprophylaxis of infectious diseases in poultry birds, in particular salmonella infection.

Ермакова Анна Александровна, аспирант, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: laseeann2000@gmail.com.

Литвинова Зоя Александровна, д.в.н., доцент, профессор кафедры ВСЭ, эпизоотологии и микробиологии, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: litvinova-08@mail.ru.

Мандро Николай Михайлович, д.в.н., профессор, профессор кафедры ВСЭ, эпизоотологии и микробиологии, ФГБОУ ВО Дальневосточный ГАУ, г. Благовещенск, Российская Федерация, e-mail: mnm0351@mail.ru.

Ermakova Anna Aleksandrovna, post-graduate student, Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: laseeann2000@gmail.com.

Litvinova Zoya Aleksandrovna, Dr. Vet. Sci., Assoc. Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: litvinova-08@mail.ru.

Mandro Nikolay Mikhaylovich, Dr. Vet. Sci., Prof., Far Eastern State Agricultural University, Blagoveshchensk, Russian Federation, e-mail: mnm0351@mail.ru.

Введение

Сальмонеллёз – одно из самых распространённых инфекционных болезней сельскохозяйственной птицы во всём мире. Птицеводческие предприятия несут значительные экономические потери в связи с высоким уровнем падежа птицы, снижения продуктивности и качества продукции, проведения ограничительных мероприятий. Обсемененные сальмонеллами мясо птиц и яйцо являются основными причинами возникновения пищевых токсикоинфекций у населения. Основным методом профилактики инфекции является вакцинация. Специфическая профилактика сальмонеллёза не всегда обеспечивает у птиц иммунитет достаточной напряжённости. Для увеличения напряженности специфического иммунитета ряд исследователей предлагают вместе с вакцинами использование про-, пре-, фито- и постбиотиков; органических кислот, бактериофагов [1, 2], иммуномодуляторов животного и растительного происхождения. В настоящее время с целью повышения естественной резистентности животных, в том числе уровня специфического иммунного ответа, используют пептиды, полученные из различных органов и тканей [3, 4].

Особый интерес представляют пептиды костномозгового происхождения, которые способны усиливать выработку антител на 45-50% при иммунизации животных [5]. Результаты исследований Н.М. Мандро и Т.В. Федоренко (2021) [6] свидетельствуют о том, что использование костномозговых пептидов на фоне вакцинации животных приводит к статистически зна-

чимому повышению уровня специфического иммунного ответа. В связи с этим нами была поставлена **цель** – оценка модулирующего воздействия пептидов, полученных из клеток костного мозга, на иммунитет цыплят, вакцинированных против сальмонеллеза.

Объекты и методы исследований

Эксперимент проводился на базе птицеводческого предприятия закрытого типа в условиях Амурской области. В качестве объектов исследования были взяты цыплята-бройлеры кросса Arbor Acres Plus. Изготовление миелопептида из клеток костного мозга мелкого рогатого скота проводили по методике Н.М. Мандро, З.А. Литвиновой (2020) [7].

В опыт были отобраны цыплята от родительского стада, двукратно вакцинированного в возрасте 1,5 и 2,5 мес. вакциной Нобилис Salinvac Т согласно рекомендациям производителя.

Для эксперимента отобраны 80 гол. клинически здоровых суточных цыплят-бройлеров. Поголовье было разделено на две группы, контрольную и опытную, по 40 гол. в каждой. Распределение проводилось с соблюдением принципов репрезентативности и идентичности условий содержания для обеих групп. Птицам каждой из групп дополнительно вводили эту вакцину в дозе 0,1 мл подкожным методом в первые сутки жизни. В опытной группе цыплятам однократно в первый день жизни вводили белковый препарат подкожно в дозе 0,2 мл/гол. Отбор крови для анализа проводился на 7-е и 14-е сут. жизни цыплят.

Определение концентрации общего белка в сыворотке крови выполняли с использованием рефрактометрического метода. Анализ распределения белковых фракций осуществляли с применением горизонтального электрофореза в агарозном геле. Концентрацию иммуноглобулинов определяли турбидиметрически, используя реакцию преципитации с сульфатом цинка. Измерение лизоцимной активности сыворотки крови (ЛАСК) проводили в соответствии с методикой, описанной Дорофейчуком (1968) [8]. Бактерицидную активность сыворотки крови (БАСК) выявляли согласно стандартному методу О.В. Смирновой и Т.А. Кузьминой (1966). Фагоцитарную активность (ФА) и фагоцитарный индекс (ФИ) нейтрофилов оценивали в соответствии с рекомендациями П.Н. Смирнова и соавт. (1989). Концентрацию специфических антител определяли методом иммуноферментного анализа (ИФА). Регистрацию результатов выполняли на микропланшетном фотометре ChroMate Stat Fax 4300 (производитель Awareness tech.). Для расчета коэффициента вариации значений титров антител применяли программное обеспечение ChroMate Stat Fax 4300. Показатель напряженности специфического иммунитета опреде-

ляли как процент серопозитивных проб от общего числа исследованных образцов сыворотки.

Для статистического анализа цифровых данных был применен метод вариационной статистики, включающий расчет t-критерия Стьюдента с целью оценки достоверности различий.

Результаты исследований и их обсуждение

Результаты, отражающие влияние пептидов, выделенных из костного мозга, на морфологические характеристики и показатели иммунного статуса бройлерных цыплят, приведены в таблице 1.

На фоне применения пептидов зарегистрировано достоверное повышение уровня форменных элементов крови. В частности, концентрация эритроцитов в опытной группе на 7-й день эксперимента превышала контрольные показатели на 9,09% ($p < 0,05$), к 14-му дню различия составили 15,34% ($p < 0,01$). В опытной группе исходное количество лейкоцитов соответствовало физиологической норме, к концу эксперимента количество лейкоцитов у птиц опытной группы превысило исходный уровень на 4,28%, что, вероятно, свидетельствует об активации процессов кроветворения.

Таблица 1

Изменения гематологических и иммунологических показателей крови бройлерных цыплят в условиях подкожного введения костномозговых пептидов ($M \pm m$; $n=80$)

Параметр	Группа			
	контрольная		опытная	
	7-й день	14-й день	7-й день	14-й день
Эритроциты, $10^{12}/л$	3,19±0,04	3,52±0,03	3,48±0,05*	4,06±0,08**
Лейкоциты, $10^9/л$	24,52±0,36	22,14±0,08	24,73±1,38	25,79±0,88**
Общий белок, г/л	41,96±0,18	54,49±0,18	45,77±0,13**	58,64±0,75*
Альбумин, %	64,11±0,07	56,71±0,17	63,28±0,35	54,23±0,16
α-глобулины, %	12,51±0,19	15,12±0,14	13,36±0,04*	16,72±0,33*
β-глобулины, %	8,44±0,23	9,31±0,66	9,12±0,11*	10,75±0,24*
γ-глобулины, %	14,17±0,35	18,96±0,38	14,89±0,27	20,34±0,26*
ФА, %	1,46±0,08	1,44±0,39	1,74±0,22**	1,60±0,16*
ФИ, %	7,14±0,41	19,75±0,14	7,32±0,36	22,62±1,41*
ЛАСК, %	7,21±0,18	14,85±0,29	8,05±0,10*	19,06±1,13**
БАСК, %	22,83±1,92	42,74±1,57	25,67±1,88*	50,33±3,42**
Имуноглобулины, ед.	2,16±0,09	3,86±0,48	2,48±0,12*	4,14±0,55*

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$ по сравнению с контролем.

В сыворотке крови цыплят отмечено достоверное повышение уровня общего белка в опытной группе по сравнению с контролем: на 7-й день – на 9,08%; на 14-й день – на 7,61%. В контрольной группе содержание альбуминов

составило 13,54±0,24% на 1-е сут. эксперимента, 64,11±0,07% – на 7-е сут. и 56,71±0,17% – на 14-е сут. В опытной группе доля альбуминов была ниже соответствующих значений кон-

трольной группы на 1,31 и 4,57% на 7-е и 14-е сут соответственно.

Результаты анализа фракционного состава сывороточных белков свидетельствуют о достоверном повышении концентрации глобулиновых фракций. На 7-е сут. эксперимента у птиц опытной группы зафиксировано увеличение концентрации α -глобулинов на 25,14%, β -глобулинов – на 17,87% относительно контрольных значений, что свидетельствует об интенсификации иммунного ответа. Положительная динамика сохранялась и к 14-му дню эксперимента.

ФА бройлеров, получавших препарат подожно, показала рост по сравнению с контрольными значениями: ФА лейкоцитов в опытной группе превышала контрольные показатели как

на 7-е сут. (на 19,17%), так и на 14-е сут. (на 11,11%). ФИ у цыплят опытной группы в семидневном возрасте превышал контроль на 2,52%, а к 14-му дню – на 14,53%.

Через неделю после начала эксперимента ЛАСК превысила контрольные показатели на 11,6% ($p < 0,05$), на 14-й день – на 28,35% ($p < 0,01$). Показатель БАСК показал рост на 12,43 и 17,75% в сравнении с контролем соответственно. Концентрация иммуноглобулинов в опытной группе превышала контроль на 14,81% ($p < 0,05$) и 7,25% ($p < 0,05$) на 7-е и 14-е сут.

Эффективность вакцинации против сальмонеллеза у цыплят-бройлеров после применения пептидов костномозгового происхождения подтверждается данными таблицы 2.

Таблица 2

Динамика титра антител в сыворотке крови контрольной и опытной групп цыплят-бройлеров ($M \pm m$; $n=80$)

Группа		День опытов	
		7-й	14-й
Контрольная	$M \pm m$	1:164 \pm 3,31	1:95 \pm 4,06
	%	100,00	100,00
Опытная	$M \pm m$	1:231 \pm 4,98*	1:141 \pm 6,75*
	%	140,85	148,42

Примечание. * $p < 0,01$ по сравнению с контролем.

На 7-е сут. титр антител против сальмонеллеза в опытной группе составил 1:231 \pm 4,98, что на 40,85% выше контрольных показателей ($p < 0,01$). К 14-му дню титр антител во второй группе превысил контрольные значения на 48,42% ($p < 0,01$), достигнув 1:141 \pm 6,75.

Выводы и рекомендации

Введение пептидов из костного мозга цыплятам-бройлерам на фоне вакцинации против сальмонеллезной инфекции способствовало повышению уровня иммунитета, а также эффективности специфической профилактики.

Так, уровень γ -глобулинов показал рост на 7,27% ($p < 0,01$) относительно контроля к 14-му дню эксперимента. ФИ на 14-й день в опытной группе увеличился на 14,53% ($p < 0,05$). ЛАСК к последнему дню эксперимента выросла на 28,35% ($p < 0,001$), БАСК – на 17,75% ($p < 0,05$). Отдельно стоит отметить увеличение титра антител у опытной группы на 7-е и 14-е сут., при

этом различие составило 40,85 и 48,42% в сравнении с контрольными показателями. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения пептидов костномозгового происхождения в схемах специфической профилактики сальмонеллеза.

Библиографический список

1. Betiku, E., Ogundipe, T. T., Kalapala, T., Obe, T. (2025). A Mini-Review on Multi-Hurdle Control of *Salmonella* Along Poultry Production Continuum. *Animals: an open access journal from MDPI*, 15(6), 875. <https://doi.org/10.3390/ani15060875>.
2. Ruvalcaba-Gómez, J. M., Villagrán, Z., Valdez-Alarcón, J. J., et al. (2022). Non-Antibiotics Strategies to Control *Salmonella* Infection in Poultry. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12(1), 102. <https://doi.org/10.3390/ani12010102>.
3. Pavlicevic, M., Marmioli, N., & Maestri, E. (2022). Immunomodulatory peptides-A promising source for novel functional food production and

drug discovery. *Peptides*, 148, 170696. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2021.170696>.

4. Xiao, W., Jiang, W., Chen, Z., et al. (2025). Advance in peptide-based drug development: delivery platforms, therapeutics and vaccines. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 10 (1), 74. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-02107-5>.

5. Влияние белкового препарата из клеток костного мозга на иммунитет цыплят-бройлеров при вакцинации против инфекционного бронхита кур / З. А. Литвинова, Н. М. Мандро, Г.А. Гаврилова, [и др.]. – DOI 10.53083/1996-4277-2025-245-3-33-37. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2025. – № 3 (245). – С. 33-37.

6. Влияние белковых препаратов из клеток костного мозга на показатели клеточного иммунитета лабораторных животных / Т. В. Федоренко, Н. М. Мандро. – DOI 10.34655/bgsha.2021.65.4.015. – Текст: непосредственный // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2021. – № 4 (65). – С. 109-115.

7. Патент № 2726615 Российская Федерация. Способ выделения белков из костного мозга животных / Литвинова З. А., Мандро М. Н. – заявл. 16.09.2019; опублик. 15.07.2020; заявитель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный аграрный университет». – 2 с. – Текст: непосредственный.

8. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики: справочник / И. П. Кондрахин, А. В. Архипов, В. И. Левченко [и др.]. – Москва: Колос, 2004. – 520 с. – Текст: непосредственный.

References

1. Betiku, E., Ogundipe, T. T., Kalapala, T., Obe, T. (2025). A Mini-Review on Multi-Hurdle Control of *Salmonella* Along Poultry Production Continuum. *Animals: an open access journal from MDPI*, 15(6), 875. <https://doi.org/10.3390/ani15060875>.

2. Ruvalcaba-Gómez, J. M., Villagrán, Z., Valdez-Alarcón, J. J., et al. (2022). Non-Antibiotics Strategies to Control *Salmonella* Infection in Poultry. *Animals: an open access journal from MDPI*, 12 (1), 102. <https://doi.org/10.3390/ani12010102>.

3. Pavlicevic, M., Marmioli, N., & Maestri, E. (2022). Immunomodulatory peptides-A promising source for novel functional food production and drug discovery. *Peptides*, 148, 170696. <https://doi.org/10.1016/j.peptides.2021.170696>.

4. Xiao, W., Jiang, W., Chen, Z., et al. (2025). Advance in peptide-based drug development: delivery platforms, therapeutics and vaccines. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, 10 (1), 74. <https://doi.org/10.1038/s41392-024-02107-5>.

5. Vliyanie belkovogo preparata iz kletok kostnogo mozga na immunitet tsyplyat-broylerov pri vaksinatсии protiv infektsionnogo bronkhita kur / Z. A. Litvinova, N. M. Mandro, G.A. Gavrilova, N.V. Trush, Yu. A. Kopeykin, A.A. Ermakova. – DOI: 10.53083/1996-4277-2025-245-3-33-37 // Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2025. – No. 3 (245). – S. 33-37.

6. Vliyanie belkovykh preparatov iz kletok kostnogo mozga na pokazateli kletochnogo immuniteta laboratornykh zhivotnykh / T. V. Fedorenko, N. M. Mandro. – DOI 10.34655/bgsha.2021.65.4.015 // Vestnik Buryatskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii im. V.R. Filippova. – 2021. – No. 4 (65). – S. 109-115.

7. Patent No. 2726615 Rossiyskaya Federatsiya. Sposob vydeleniya belkov iz kostnogo mozga zhivotnykh; zayavleno: 16.09.2019; opublikovano: 15.07.2020 / Litvinova Z. A., Mandro M. N.; zayavitel: Federalnoe gosudarstvennoe byudzhethoe obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego obrazovaniya “Dalnevostochnyy gosudarstvennyy agrarnyy universitet”. – 2 s.

8. Metody veterinarnoy klinicheskoy laboratornoy diagnostiki: spravochnik / I. P. Kondrakhin, A. V. Arkhipov, V. I. Levchenko [i dr.]. – Moskva: Kolos, 2004. – 520 s.

