

Научная статья
УДК 638. 15-121:152
doi: 10.48612/vch/84k6-t45a-p7e6

ВОССТАНОВЛЕНИЕ АДАПТОГЕНАМИ АМИНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ГЕМОЛИМФЫ ПРИ АССОЦИАТИВНОМ АСКОСФЕРОЗНО-ВАРРОАТОЗНОМ ЗАБОЛЕВАНИИ ПЧЕЛ

Евгения Борисовна Смирнова, Юрий Николаевич Кутлин, Рамзия Тимергалеевна Маннапова

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева
127434, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния акарицидных препаратов с адаптогенами на динамику в гемолимфе пчел *Apis mellifera* незаменимых аминокислот на фоне аскосферозно-варроатозного заболевания. Обработка пчел акарицидными препаратами без адаптогенов способствовала некоторому повышению уровня аминокислот в гемолимфе пчел, однако они не достигали контрольного уровня, составив на 30-е сут. наблюдения на фоне применения препарата Апизол: лизин – 464,2 мкмоль/л; валин – 2327,6; триптофан – 594,8; гистидин – 1252,3 мкмоль/л. Это подтверждает эффективность акарицида в улучшении аминокислотного состава, но не способствует их восстановлению. Восстановление содержания аминокислот в гемолимфе пчел отмечалось на фоне комплексного применения акарицидов с адаптогенами. Применение Апизола с адаптогенами на 30-е сут. способствовало более значительному увеличению уровня аминокислот, которые составили: лизин – 563,2 мкмоль/л; валин – 2430,3; триптофан – 630,7; гистидин – 1480,7 мкмоль/л, что превышает показатели в контрольной группе по валину и гистидину. Аналогичные тенденции зарегистрированы и в других группах с применением акарицидных препаратов с адаптогенами Бипин-Т, Anti-Varo и более выраженно уступали им Муравьинка и Байварол. Полученные результаты подчеркивают важность применения адаптогенов в терапии ассоциативного аскосферозно-варроатозного заболевания для улучшения аминокислотного состава гемолимфы пчел, восстановления их физиологического состояния и доказывают эффективность для нормализации метаболизма и поддержания жизнеспособности пчелиных семей.

Ключевые слова: *Apis mellifera*, ассоциативное аскосферозно-варроатозное заболевание, лизин, валин, триптофан, гистидин, акарициды, адаптогены.

Для цитирования: Смирнова Е. Б., Кутлин Ю. Н., Маннапова Р. Т. Восстановление адаптогенами аминокислотного состава гемолимфы при ассоциативном аскосферозно-варроатозном заболевании пчел // Вестник Чувашского государственного аграрного университета. 2025 №2(33). С. 120-128.

doi: 10.48612/vch/84k6-t45a-p7e6

Original article

RESTORATION OF AMINO ACID COMPOSITION OF HEMOLYMPH BY ADAPTOGENS IN ASSOCIATIVE ASCOSPHEROUS-VARROATIC DISEASE OF BEES

Evgenia B. Smirnova, Yuri N. Kutlin, Ramziya T. Mannapova

Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev
127434, Moscow, Russian Federation

Abstract. The paper presents the results of a study of the effect of acaricidal preparations with adaptogens on the dynamics of essential amino acids in the hemolymph of *Apis mellifera* bees against the background of ascospherosis-varroatosis disease. Treatment of bees with acaricidal preparations without adaptogens contributed to some increase in the level of amino acids in the hemolymph of bees, however, they did not reach the control level, amounting to on the 30th day of observation against the background of the use of the drug Apizol: lysine – 464.2 $\mu\text{mol/l}$; valine – 2327.6; tryptophan – 594.8; histidine – 1252.3 $\mu\text{mol/l}$. This confirms the effectiveness of the acaricide in improving the amino acid composition, but does not contribute to their restoration. Restoration of the amino acid content in the hemolymph of bees was noted against the background of the complex use of acaricides with adaptogens. The use of Apizol with adaptogens on the 30th day contributed to a more significant increase in the level of amino acids, which were: lysine – 563.2 $\mu\text{mol/l}$; valine – 2430.3; tryptophan – 630.7; histidine – 1480.7 $\mu\text{mol/l}$, which exceeds the indicators in the control group for valine and histidine. Similar trends were also recorded in other groups using acaricidal drugs with adaptogens Bipin-T, Anti-Varo, and more significantly Muravyinka and Bayvarol were inferior to them. The obtained results emphasize the importance of using adaptogens in the therapy of associative ascospherosis-varroatosis disease to improve the amino acid composition of the hemolymph of bees, restore their physiological state and prove the effectiveness for normalizing metabolism and maintaining the viability of bee colonies.

Keywords: *Apis mellifera*, associative ascospherosis-varroatosis disease, lysine, valine, tryptophan, histidine, acaricides, adaptogens.

For citation: Smirnova E. B., Kutlin Yu. N., Mannapova R. T. Restoration of amino acid composition of hemolymph by adaptogens in associative ascospherous-varroatic disease of bees // Vestnik Chuvash State Agrarian University. 2025 No. 2(33). Pp. 120-128.

doi: 10.48612/vch/84k6-t45a-p7e6

Введение.

Изучение содержания незаменимых аминокислот в гемолимфе медоносных пчел *Apis mellifera* на различных возрастных этапах (10, 16, 20 и 30 суточные) имеет важное значение для понимания физиологических и метаболических процессов, происходящих в организме насекомого. Незаменимые аминокислоты не синтезируются в организме пчелы и поступают исключительно с кормом, в связи с чем их концентрация в гемолимфе отражает не только особенности белкового обмена, но и общее функциональное состояние организма, включая питание, специализацию особи в колонии и уровень адаптационной активности [2, 9]. Возрастная динамика аминокислотного состава тесно связана с этапами функциональной дифференциации пчел. В раннем возрасте (6-10 сутки) пчелы выполняют роль кормилиц, активно синтезируя белки маточного молочка, что требует интенсивного использования аминокислот. В возрасте 12-16 суток особи переходят к восковыделению и строительству сот, что сопровождается активацией метаболизма в восковых железах. С 18 по 20 сутки пчелы становятся охранниками и выполняют тренировочные полеты, а к 21-30 суткам превращаются в фуражиров, обеспечивая семью кормовыми ресурсами. Эти поведенческие переходы сопровождаются существенными изменениями в интенсивности белкового и энергетического обменов, что напрямую влияет на аминокислотный профиль гемолимфы. Помимо участия в обменных процессах, аминокислоты играют ключевую роль в поддержании иммунной реактивности организма насекомых. Они необходимы для синтеза антимикробных пептидов, белков острой фазы, а также ферментов гемоцитов, участвующих в фагоцитозе и других защитных реакциях. В этой связи особое значение приобретает исследование аминокислотного состава гемолимфы при патогенной нагрузке [3, 4, 5, 9, 11].

При ассоциативном аскосферозно-варроатозном заболевании в организме пчел наблюдается выраженное нарушение белкового обмена. Паразитирование клещей сопровождается повреждением наружных покровов, потерей гемолимфы, снижением уровня доступных метаболитов и общим истощением организма. В таких условиях резко возрастает потребность в аминокислотах, необходимых для репаративных процессов и активации иммунной защиты [7, 11-15]. Аскосфероз вызывает повышение в организме пчелы синтеза антимикотических соединений и активацию неспецифического иммунного ответа, что также требует значительного участия аминокислот как структурных и функциональных компонентов [1, 6].

Дополнительную нагрузку на организм пчел оказывает применение акарицидных препаратов. Несмотря на их эффективность в отношении *Varroa destructor*, многие из них обладают супрессивным действием, негативно влияя на физиологическое состояние насекомых. В связи с этим актуальной задачей становится применение адаптогенов, снижающих негативное влияние самих акарицидов на организм пчел и имеющих иммуностимулирующий эффект [2-3, 5, 10, 11, 14, 15]. Даже при

незначительном поражении аскосферозом может происходить более выраженное развитие варроатоза, что связано с общим ослаблением иммунной защиты пчелиной семьи.

Таким образом, определение уровня незаменимых аминокислот в гемолимфе пчел в возрастном аспекте при патогенной нагрузке, вызванной ассоциативным аскосферозно-варроатозным заболеванием, является актуальным и имеет практическое значение для отрасли пчеловодства как инструмент повышения жизнеспособности семей и их продуктивности.

Целью исследования явилось совершенствование методов лечения и профилактики ассоциативного аскосферозно-варроатозного заболевания пчелиных семей путем оптимизации аминокислотного состава гемолимфы пчел с применением акарицидных препаратов в комплексе с адаптогенами «Нэнни 2 с пребиотиками» и хвойным экстрактом «Пчелка».

Условия, материал и методы исследования.

Объектом исследования были пчелы среднерусской породы, весенней и осенней генерации, которые содержались в ульях Дадана-Блатта в условиях пчеловодческих хозяйств Бирского района Республики Башкортостан. Лабораторные исследования проводились в условиях лабораторий кафедры микробиологии и иммунологии и аквакультуры и пчеловодства РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева. Были сформированы 12 опытных групп пчел. Пчелы 1 группы были контрольные – здоровые, 2 – больные ассоциативным аскосферозно-варроатозным заболеванием, не подвергнутые лечебным манипуляциям, 3 (3а) – 7 (7а) – 12 опытных групп, пораженные аскосферозом в легкой форме и варроатозом в средне-тяжелой степени заклещеванности. С пчелами 1 и 2 групп никакие дополнительные манипуляции не проводились. Они находились в одинаковых условиях с опытными. В 3 группе применяли препарат Аписоль (экстракт эфирных масел) в виде аэрозоли. Его устанавливали в лоток, нажимали один раз и выдерживали 1-2 секунд. Курс повторяли 4-5 раз с интервалом в 3-4 дня. В 4 группе применяли препарат Бипин-Т (акарицидный-амитраз) с тимолом. Он содержится в ампуле 0,5 мл – 10 доз. 1 мл Бипина-Т растворяли в 40 мл воды (эмульсия). Распыляли с помощью дымовой пушки через леток. Применяли 2-кратно с интервалом в 2 недели. Препарат безвреден для пчел, но вреден для человека, поэтому работали в маске. В 5 группе применяли препарат Байварол (акарицидный флуметрин). Это полимерные полоски. Их помещали в улей на 25 сут. при наличии расплода и на 2-3 сутки – при его отсутствии. В 6 группе использовали препарат Муравьишка (в пакетиках с 30 г муравьиной кислоты). Один пакет использовали на одну хорошую пчелосемью (5-10 улочек). Пакеты раскладывали сверху рамки. Содержимое испаряется в течение 5 дней, потом удаляли. В 7 группе исследовали эффективность препарата Anti-Varo (одна полоска на семью с 6-7 ульевых рамок или две полоски при 8 и более рамок) при температуре 20-25 градусов. Все акарициды применяли согласно инструкции по применению. В 3а-7а группах на фоне исследованных акарицидных препаратов вносили адаптогены: «Нэнни 2 с пребиотиками» + хвойный экстракт

«Пчелка» (из расчета 5 мг Нэнни 2 + 10 мл на кг корма хвойного экстракта «Пчелка»). Для получения рабочих особей фиксированного возраста маток помещали в рамочный изолятор, фиксировали день засева и запечатывания личинок перед выходом молодых пчел весенней генерации, изоляторы с расплодом на выходе ставили в термостат, суточных пчел метили красителем до тысячи штук и возвращали в семьи. Затем на 10-е, 16-е, 20-е и 30-е сутки отбирали меченных пчел для определения концентрации аминокислот в эти возрастные сроки.

Определение концентрации аминокислот в гемолимфе пчел проводили согласно общепринятой методике. Навеску образца 50 мг (размер навески зависит от содержания белка), взятую на аналитических весах с точностью до четвертого знака, помещали в химически чистую сухую ампулу, добавляли 10 мл 6 н. HCl (объем кислоты рассчитан на 50 мг). При выборе навесок исходили из того, что 1 мг белка содержит 0,3-1 μ моль отдельных аминокислот. 6 н HCl добавляется в 200-кратном избытке. После продувки быстро запаивали ампулу, предварительно плотно закрыв ампулу пробкой, и

ставили на гидролиз в сушильный шкаф при температуре 105 °C на 24 часа. Затем содержимое количественно переносили в выпарительную чашку и ставили на водяную баню при температуре не выше 50-60 °C. После выпаривания первого объема многократно добавляли по 5 мл дистиллированной воды, каждый раз выпаривая ее до появления нейтральной реакции на лакмусовой бумаге. Сухой остаток в чашке использовали для анализа аминокислот. Определение фракции свободных аминокислот проводили по общепринятой методике на автоматическом аминокислотном анализаторе марки Elite Lachrom VWR Hitachi в аккредитованной Исследовательской лаборатории кафедры аквакультуры и пчеловодства РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Результаты исследования и их обсуждение.

Результаты исследования влияния акарицидных препаратов с адаптогенами при аскосферозно-варроатозном заболевании (ABЗ) на динамику в гемолимфе пчел *Apis mellifera* аминокислоты лизина (мкмоль/л) представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние акарицидных препаратов с адаптогенами при ABЗ на динамику в гемолимфе пчел *Apis mellifera* аминокислоты лизина (мкмоль/л)

Table 1. The effect of acaricidal preparations with adaptogens in AVZ on the dynamics of lysine amino acid (μ mol/l) in the hemolymph of *Apis mellifera* bees

Группы, препараты	Стат. пок-ль	Возраст пчел, сут.			
		10	16	20	30
1. Контроль – «здоровые»	M $\pm$ m	1795,6 $\pm$ 65,89	1847,4 $\pm$ 48,95	1896,6 $\pm$ 36,62	1974,8 $\pm$ 39,41
	cv, %	8,18	5,91	4,31	4,45
2. ABЗ (больные)	M $\pm$ m	1436,4 $\pm$ 27,43	1296,8 $\pm$ 34,69	976,6 $\pm$ 41,5	748,7 $\pm$ 30,6
	cv, %	4,26	5,97	9,49	9,11
3. ABЗ + «Апизоль»	M $\pm$ m	1624,6* $\pm$ 55,94	1680,5*** $\pm$ 55,94	2040,4*** $\pm$ 70,73	2210,8*** $\pm$ 35,15
	cv, %	7,68	1,1	7,73	3,55
3а. ABЗ + «Апизоль» + адаптогены	M $\pm$ m	1858,8** $\pm$ 63,29	1898,6** $\pm$ 58,84	2296,2*** $\pm$ 70,82	2463,4*** $\pm$ 62,4
	cv, %	7,59	6,91	6,88	5,65
4. ABЗ + «Бипин-Т»	M $\pm$ m	1590,5*** $\pm$ 43,08	1610,0*** $\pm$ 20,2	2008,2*** $\pm$ 27,31	2120,3*** $\pm$ 71,18
	cv, %	6,04	2,8	3,03	7,49
4а. ABЗ + «Бипин-Т» + адаптогены	M $\pm$ m	1790,3*** $\pm$ 42,22	1886,4*** $\pm$ 83,38	2352,8*** $\pm$ 94,9	2390,0*** $\pm$ 24,59
	cv, %	5,26	9,86	8,99	2,29
5. ABЗ + «Байварол»	M $\pm$ m	1280,6*** $\pm$ 49,81	1350,0*** $\pm$ 61,64	1488,0*** $\pm$ 28,59	1630,6*** $\pm$ 37,37
	cv, %	8,67	10,18	4,28	5,11
5а. ABЗ + «Байварол» + адаптогены	M $\pm$ m	1494,7 $\pm$ 45,4	1520,3*** $\pm$ 46,06	1644,5*** $\pm$ 77,38	1890,4*** $\pm$ 74,47
	cv, %	6,77	6,76	10,49	8,79
6. ABЗ + «Муравьишка»	M $\pm$ m	1360,0** $\pm$ 47,84	1410,7** $\pm$ 23,27	1550,6*** $\pm$ 59,51	1742,0*** $\pm$ 61,83
	cv, %	7,84	3,68	8,56	7,92
6а. ABЗ + «Муравьишка» + адаптогены	M $\pm$ m	1610,0** $\pm$ 49,24	1700,6** $\pm$ 27,37	1796,0*** $\pm$ 70,17	1988,2*** $\pm$ 38,3
	cv, %	6,82	3,59	8,71	4,3
7. ABЗ + «Anti-Varo»	M $\pm$ m	1438,7 $\pm$ 51,79	1490,6* $\pm$ 70,61	1679,0*** $\pm$ 62,76	1868,8*** $\pm$ 57,86
	cv, %	8,03	10,56	8,34	6,9
7а. ABЗ + «Anti-Varo» + адаптогены	M $\pm$ m	1652,0** $\pm$ 40,88	1722,3*** $\pm$ 53,65	1874,5*** $\pm$ 64,86	2186,0*** $\pm$ 86,94
	cv, %	5,52	6,95	7,72	8,87

Примечание: * – $P \geq 0,95$; ** – $P \geq 0,99$; *** – $P \geq 0,999$ по сравнению со 2-й группой; ABЗ – аскосферозно-варроатозное заболевание.

Установлено, что аскосферозно-варроатозное заболевание пчел *Apis mellifera* оказывает выраженное влияние на уровень аминокислоты лизина в гемолимфе. У пчел контрольной группы, не подвергавшихся патогенной нагрузке, наблюдалась естественная возрастная динамика: уровень лизина последовательно увеличивался от 1795,6 мкмоль/л на 10-е сутки до 1974,8 мкмоль/л на 30-е. Эти показатели сопровождалась низкими значениями коэффициента вариации (4,31-8,18 %), что указывает на стабильность и сбалансированность аминокислотного обмена в организме здоровых особей. На этом фоне значительно выделяется группа больных АВЗ пчел, не подвергнутых лечебным манипуляциям (2 группа). У пчел 2 группы уровень лизина в гемолимфе существенно снижался в возрастном аспекте: от 1436,4 мкмоль/л на 10 сут. до 748,7 мкмоль/л на 30 сут. исследований – в 2,6 раза. Эти значения были достоверно ниже, как по сравнению с контрольной группой ($P < *$), так и по сравнению с обработанными группами. Такое снижение свидетельствует о выраженном истощении аминокислоты лизина в условиях хронического ассоциативного аскосферозно-варроатозного стресса.

Применение акарицидных препаратов без адаптогенов позволило в определенной степени компенсировать дефицит лизина, однако результаты варьировали в зависимости от использованных акарицидов. На фоне применения препаратов Апизол (3 группа) уровень лизина к 30 сут. достиг значения 2210,8 мкмоль/л, Бипина-Т – 2120,3 мкмоль/л, что не только превышало показатели больных и нелеченых пчел 2 группы, но и было сопоставимо, а в отдельных точках было даже выше, чем в контрольной группе. Это указывает на эффективность терапии данными препаратами и на дополнительную активацию процессов метаболизма в организме насекомых после устранения патогенов.

Более высокий эффект наблюдался при комплексной терапии акарицидов с адаптогенами «Нэнни 2 с пребиотиками» + хвойный экстракт «Пчелка». На фоне применения акарицидного

препарата Апизол с адаптогенами (3а группа) уровень лизина на 30 сут. достиг значения 2463,4 мкмоль/л, а препарата Бипин-Т с адаптогенами – 2390 мкмоль/л. Эти показатели были значительно и достоверно выше по сравнению с данными применения их без адаптогенов, так и с контрольной группой. Подобные результаты указывают на мощное компенсаторное и стабилизирующее действие адаптогенов на аминокислотный состав гемолимфы пчел, находящихся в состоянии восстановления после АВЗ.

Сходная, но менее выраженная тенденция отмечалась при использовании других акарицидных препаратов. На фоне применения акарицидного препарата Anti-Vago с адаптогенами (7а группа) содержание лизина на 30 сут. исследования достигло показателя 2186,0 мкмоль/л против 1868,8 мкмоль/л при монотерапии, а при использовании препарата Муравьишка с адаптогенами – 1988,2 мкмоль/л против 1742 мкмоль/л. Все эти значения были существенно выше по сравнению с данными больных АВЗ пчел 2 группы и приблизились или превышали контрольные показатели, что было особенно характерно на более поздних сроках исследований.

Таким образом, ассоциативное АВЗ вызывает выраженное снижение аминокислоты лизина. Своевременное применение акарицидных препаратов способно лишь частично компенсировать это нарушение. Наиболее выраженный и стабильный эффект достигается при использовании комплексных схем применения акарицидной терапии с адаптогенами. Это позволяет не только эффективно устранить патогенную нагрузку, но и восстановить функциональное состояние пчел, поддерживая физиологически оптимальный уровень незаменимых аминокислот, таких как лизин, в гемолимфе.

Результаты исследования динамики изменения уровня незаменимой аминокислоты валина в гемолимфе пчел на фоне ассоциативного аскосферозно-варроатозного заболевания представлены на рисунке 1.

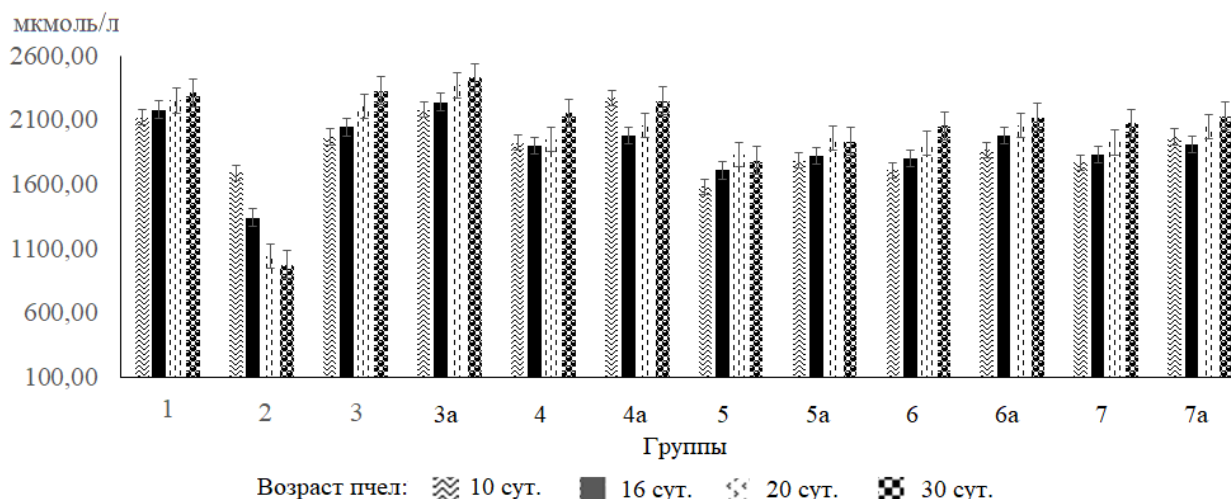


Рис. 1. Влияние обработки пчел *Apis mellifera* акарицидными препаратами с адаптогенами на динамику в гемолимфе аминокислоты валина (мкмоль/л)

Fig. 1. The effect of treatment of *Apis mellifera* bees with acaricidal preparations with adaptogens on the dynamics of the amino acid valine in the hemolymph ($\mu\text{mol/L}$)

Аскарофозно-варроатозное заболевание способствует также выраженному и прогрессирующему снижению в гемолимфе пчел уровня незаменимой аминокислоты валина. В контрольной группе, состоящей из здоровых пчел, содержание валина с возрастом имело тенденцию к умеренному повышению. Этот показатель увеличился в контроле от 2120,7 мкмоль/л на 10 сут. до 2312,3 мкмоль/л на 30 сут. Эти значения сопровождались умеренными показателями коэффициента вариации, что указывает на стабильное и физиологически обоснованное накопление аминокислоты валина в гемолимфе пчел с возрастом.

Изменение динамики аминокислоты валина в гемолимфе пчел на фоне развития ассоциативного аскарофозно-варроатозного заболевания (2 группа) была резко противоположной показателю контрольной группы пчел. Здесь содержание аминокислоты валина снизилось от уровня 1689 мкмоль/л на 10 сут. до 973,6 мкмоль/л на 30 сутки исследования – в 2,2 раза. Все различия были статистически высокодостоверными по сравнению с контрольной группой ($P - *$). Эти данные свидетельствуют о серьезном нарушении белкового обмена при ассоциативном АВЗ заболевании пчел, что особенно проявляется на фоне взросления насекомых в связи с общим метаболическим истощением их организма.

Применение акарицидов без адаптогенов способствовало определенному улучшению аминокислотного статуса. При обработке пчел акарицидным препаратом Апизол уровень валина к 30 сут. составил 2327,6 мкмоль/л – это значение, сопоставимое с контрольной группой. Подобные результаты наблюдались и в группе, обработанной Бипином-Т (2154,0 мкмоль/л). Однако, как и в случае с лизином, наибольший положительный эффект отмечался лишь при комплексном применении акарицидов с адаптогенами.

Так, добавление адаптогенов к акарициду Апизол (группа 3а) способствовало максимальному

повышению уровня валина среди всех исследованных групп до значения 2430,3 мкмоль/л на 30 сут., что также было выше показателя контрольной группы и его уровня при монотерапии.

При комплексном применении акарицидного препарата Бипин-Т с адаптогенами (группа 4а) уровень валина составил 2249 мкмоль/л на 30 сут. исследований, что достоверно превышало значения как нелеченых пчел 2 группы, так и при применении только одного препарата Бипин-Т. Незначительно уступал препарату Бипин-Т акарицид Anti-Varo. В группе 7а (Anti-Varo + адаптогены) содержание валина достигло значения 2130 мкмоль/л против 2074,4 мкмоль/л при применении только акарицида.

Сходные положительные результаты наблюдались и в группах, где применялись акарицидные препараты Байварол и Муравьинка в комплексе с адаптогенами, где значения коэффициента вариации чаще всего были ниже, что свидетельствует о большей стабильности обменных процессов. Особенно это проявилось в группе 6а, где коэффициент вариации (cv%) на 16-е и 20-е сутки составил всего 2,05 и 2,8 % против 4,71 и 4,98 % в соответствующей монотерапевтической группе.

Таким образом, исследования подтверждают, что варроатоз значительно нарушает аминокислотный обмен у пчел, вызывая снижение уровня валина. Применение акарицидов эффективно купирует этот процесс, а добавление адаптогенов не только усиливает лечебный эффект, но и способствует более полному восстановлению и стабилизации метаболических показателей, возвращая уровень валина до физиологической нормы. Это подчеркивает целесообразность комплексной терапии при варроатозе с использованием как акарицидных, так и адаптогенных средств.

Данные, полученные при исследовании в гемолимфе пчел, динамики незаменимой аминокислоты триптофана представлены на рисунке 2.

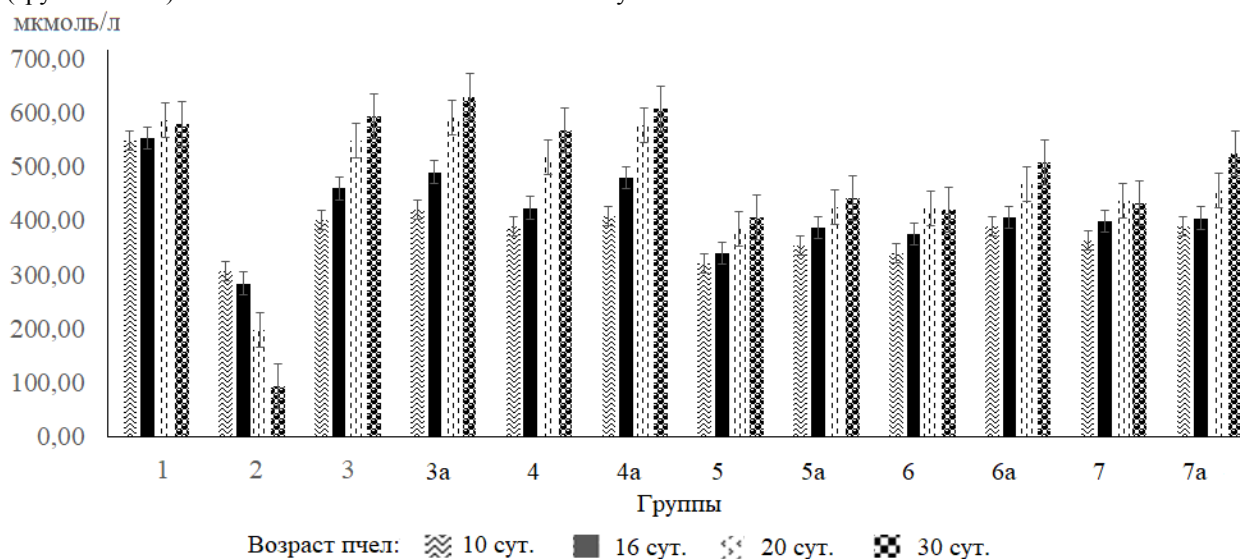


Рис. 2. Влияние обработки пчел *Apis mellifera* акарицидными препаратами с адаптогенами на динамику в гемолимфе триптофана (мкмоль/л)

Fig. 2. Effect of treatment of *Apis mellifera* bees with acaricidal preparations with adaptogens on the dynamics of tryptophan in hemolymph (μmol/L)

У здоровых пчел контрольной группы концентрация триптофана сохранялась на относительно стабильном уровне в течение всего наблюдаемого периода и колебалась от 548,6 мкмоль/л на 10 сут. до 580 мкмоль/л на 30 сут., что сопровождалось умеренными коэффициентами вариации (3,7-8,3 %), показывая физиологическую стабильность обмена незаменимых аминокислот.

Аскосферозно-варроатозное заболевание (группа 2) вызывала резкое снижение концентрации триптофана: от 306 мкмоль/л на 10 сут. до критически низких 92,9 мкмоль/л к 30 сут. Это снижение было статистически высокодостоверным ($P = ***$), а в сравнении с контрольной группой в конце наблюдаемого периода уровень аминокислоты был ниже почти в 6,2 раза. Особенно резкое падение произошло после 16-х суток, что может указывать на усиление метаболического стресса и катаболических процессов у ослабленных паразитом пчел.

Применение акарицидных препаратов без добавления адаптогенов частично компенсировало дефицит триптофана. Так, в группе, обработанной акарицидным препаратом Апизол (группа 3), уже к 30 сут. уровень триптофана достиг 594,8 мкмоль/л, что даже превысило показатель пчел контрольной группы. Подобная динамика наблюдалась и при использовании Бипина-Т (группа 4), где концентрация триптофана составила 568,3 мкмоль/л на 30 сут., что также близко к контролю. Однако во всех этих случаях значения коэффициента вариации оставались относительно невысокими (до 3,38 %), что может свидетельствовать о стабильности восстановления обменных процессов у пчел.

Наиболее выраженный и устойчивый эффект наблюдался в группах, получавших комплексную терапию с акарицидом и адаптогенами. В группе 3а (Апизол + адаптогены) уже на 20 сут. уровень триптофана достиг значения 592,6 мкмоль/л, а к 30 сут. – 630,7 мкмоль/л, что превышало показатели как контрольной, так и всех других исследованных групп. Причем коэффициент вариации составлял всего 2,63 %, что говорит о высокой однородности реакции пчел на комплексную терапию.

Похожие положительные результаты были зафиксированы и при использовании Бипина-Т с адаптогенами (группа 4а), где концентрация триптофана на 30 сут. достигала 607,6 мкмоль/л, что также выше контрольного значения. Комплексное применение адаптогенов с другими акарицидами – препаратами Байварол, Муравьишка и Anti-Varo – также показали положительную динамику, особенно по сравнению с соответствующими монотерапевтическими группами. Например, в группе 7а (Anti-Varo + адаптогены) уровень триптофана составил 525,3 мкмоль/л против 432,8 мкмоль/л в группе без адаптогенов (группа 7), при этом уровень вариации был ниже.

Таким образом, можно заключить, что ассоциативное аскосферозно-варроатозное заболевание вызывает глубокое истощение уровня триптофана в гемолимфе пчел, особенно в старшем возрасте. Применение акарицидных препаратов позволяет частично восстановить аминокислотный баланс, однако только их комплексное применение с

адаптогенами обеспечивает полноценную компенсацию дефицита и стабилизацию метаболических показателей. Это подтверждает важность комплексного подхода к лечению АВЗ, включающего уничтожение паразита и гриба, а также поддержание общего обмена веществ у пчел.

Содержание аминокислоты гистидина в гемолимфе пчел *Apis mellifera* претерпевало значительные изменения на фоне ассоциативного аскосферозно-варроатозного заболевания и способов терапии разными акарицидами с адаптогенами. В контрольной группе наблюдался стабильный рост концентрации гистидина с 10 по 30 сут. исследования от 796,3 до 998,6 мкмоль/л. Хотя на 16-й день отмечалось увеличение коэффициента вариации до 16,73 %, но в целом к концу наблюдаемого периода в аминокислотном профиле демонстрировалось характерное возрастное накопление гистидина.

На фоне ассоциативного АВЗ (группа 2) отмечалось выраженное снижение уровня гистидина: на 10 сут. – почти на треть относительно контроля (537,4 против 796,3 мкмоль/л), на 30 сут. – в 4,7 раза (до 209,4 мкмоль/л). Это указывает на угнетение белкового обмена в результате вовлечения гистидина в процессы иммунной защиты и адаптации на фоне ассоциативного заболевания пчел. Все изменения были статистически значимы ($P = **$ и $***$).

Применение акарицидов без адаптогенов (группы 3, 4, 5, 6, 7) способствовало восстановлению содержания гистидина. Наиболее выраженный эффект зафиксирован у пчел, обработанных препаратами Апизол и Бипин, в которых на 30 сут. уровень гистидина достиг значений 1252,3 и 1186,4 мкмоль/л. На фоне применения акарицидов Байварол, Муравьишка и Anti-Varo содержание гистидина увеличивалось умеренно и составило 712,8, 782,7 и 748 мкмоль/л. Эти цифры превысили показатель не подвергнутых терапии пчел 2 группы, но на всех этапах были ниже уровня пчел контрольной группы.

Применение адаптогенов на фоне обработки пчел акарицидными препаратами в группах 3а, 4а, 5а, 6а, 7а существенно усиливало положительный эффект. В гемолимфе пчел группы 3а уровень гистидина на 30 сут. достиг 1480,7 мкмоль/л, превысив контрольное значение до 1,5 раз, что свидетельствует о стимулирующем влиянии адаптогенов на аминокислотный обмен. Подобная картина регистрировалась в группах 4а и 6а, в которых содержание гистидина достигло 1315,8 и 896,4 мкмоль/л. Значения коэффициентов вариации оставались на приемлемом уровне, что говорит о равномерном биохимическом ответе внутри групп. При этом даже менее эффективные в моноварианте препараты Байварол и Anti-Varo при комплексном применении с адаптогенами демонстрировали улучшение результатов. По группе 7а концентрация гистидина увеличилась до значения 876,7 мкмоль/л против показателя 748,0 мкмоль/л в группе 7, а вариация показателей также снижалась, особенно на ранних сроках.

Обсуждение результатов.

Результаты исследований свидетельствуют о выраженном влиянии ассоциативного аскосферозно-варроатозного заболевания на уровень аминокислот в

гемолимфе пчел *Apis mellifera*: лизина, валина, триптофана и гистидина. В условиях патогенной нагрузки наблюдается снижение концентраций всех исследованных аминокислот, что указывает на развитие метаболического стресса, угнетение белкового обмена и снижение иммунной реактивности организма. Содержание лизина на 30 сут. исследования снизилось в гемолимфе пчел в 3,2 раза, валина – в 2,4, триптофана – в 6,0, гистидина – в 5,0 раз. Подобное истощение аминокислотного состава в гемолимфе пчел на фоне ассоциативного АВЗ объясняется нарушением усвоения и транспорта аминокислот, снижением активности ферментативных систем и перераспределением ресурсов на поддержание жизненно важных функций.

Особый интерес представляют данные по комбинированным схемам терапии, включающим применение адаптогенов совместно с акарицидными препаратами. В гемолимфе пчел группы 3а (Апизоль с адаптогенами) на 30 сут. содержание лизина достигло значения 1426,3 мкмоль/л (контроль – 1303,8 мкмоль/л), валина – 2430,3 мкмоль/л (контроль – 2312,3 мкмоль/л), триптофана – 630,7 мкмоль/л (контроль – 580,0 мкмоль/л), гистидина – 1480,7 мкмоль/л (контроль – 998,6 мкмоль/л).

Внесение адаптогенов способствовало снижению коэффициента вариации (cv%), что указывает на стабилизацию метаболических процессов и повышение резистентности организма. Например, в группе 3а (Апизоль с адаптогенами) cv% по триптофану на 30 сут. составил 2,63 %, в то время как у больных АВЗ и нелеченых пчел 2 группы этот показатель достиг 8,93 %. Подобная тенденция отмечалась и по препарату Бипин-Т. Относительно препаратов Байварол, Муравьинка, Anti-Varo также отмечалась положительная динамика, она была менее выраженной. Таким образом, можно заключить, что ассоциативное аскоферозно-варроатозное заболевание вызывает системные нарушения обмена веществ у пчел, сопровождающиеся истощением аминокислотного состава гемолимфы. Применение акарицидных препаратов способствует частичной нормализации биохимических показателей. Включение в терапевтические схемы природных адаптогенов позволяет значительно повысить их эффективность. Это обусловлено общеукрепляющим

действием адаптогенов, их способностью стимулировать синтетические и регуляторные функции организма, нормализовать обмен веществ и повышать устойчивость к воздействию стрессоров.

Выводы.

1. Аскоферозно-варроатозное заболевание (АВЗ) вызывает значительное снижение уровня незаменимых аминокислот в гемолимфе пчел по сравнению с контролем. Уровень лизина у 30-дневных пчел составил всего 510,4 мкмоль/л против 1485,2; валина – 973,6 мкмоль/л против 2312,3 в контроле (группа 1), триптофана – 92,9 мкмоль/л против 580,0; гистидина – 209,4 мкмоль/л против 998,6, что в среднем составляет снижение на 70-80 % по сравнению с физиологической нормой.

2. Применение акарицидных препаратов без адаптогенов способствует умеренному восстановлению аминокислотного баланса. Уровень лизина на 30-е сутки после обработки повышается от 1064,6 до 1352,6 мкмоль/л, валина – от 1783,5 до 2327,6 мкмоль/л, триптофана – от 406,4 до 594,8 мкмоль/л, гистидина – от 712,8 до 1252,3 мкмоль/л, что выше значений больных АВЗ пчел 2 группы, но уступает контрольному показателю.

3. Наиболее выраженный эффект восстановления аминокислотного состава гемолимфы пчел наблюдается при добавлении адаптогенов, особенно в комбинации с акарицидами Апизоль, Бипин и Anti-Varo. Максимальные значения к 30 сут.: лизин – 1570,6 мкмоль/л, валин – 2430,3 мкмоль/л, триптофан – 630,7 мкмоль/л, гистидин – 1480,7 мкмоль/л, что в ряде случаев превышает контрольную цифру. Это указывает на активизацию белкового обмена и повышение метаболических процессов в организме пчел.

4. Комбинированное применение акарицидов с адаптогенами эффективно устраняет последствия АВЗ, обеспечивая восстановление уровня изученных аминокислот на 60-90 % по сравнению с необработанными пчелами, способствует снижению вариабельности показателей (cv%) до физиологического уровня, что позволяет восстановить функциональное состояние пчел и имеет важное значение для поддержания здоровья пчелосемей в условиях патогенной нагрузки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авраменко, А. С. Диагностика инфекционных заболеваний пчел А. С. Авраменко, А. А. Миронова, М. В. Авраменко // Ветеринария Северного Кавказа. – 2024. – Т. 1. – №. 9. – С. 131-137.
2. Домацкая, Т. Ф. Эффективность препарата «Танис» при варроатозе и его влияние на физиологическое состояние пчел / Т. Ф. Домацкая, А. Н. Домацкий // Вестник Крас. ГАУ. – 2017. – № 1. – С 52-55.
3. Домацкий, А. Н. Эффективность различных препаративных форм акарицидов при варроатозе / А. Н. Домацкий, Т. Ф. Домацкая // Сборник научных трудов Всероссийского научно-исследовательского института ветеринарной энтомологии и арахнологии. – 2016. – С. 59-62.
4. Зинатуллина, З. Я. Болезни пчел на пасеках Тюменской области / З. Я. Зинатуллина Т. Ф Домацкая, А. Н. Домацкий // Пчеловодство. – 2017. – № 8. С.20-22.
5. Клочко, Р. Т. Еще раз о проблеме борьбы с клещом варроа / Р. Т. Клочко, С. Н. Луганский. – Пчеловодство. – 2011. – № 2. – С.28-29.
6. Макеенко, Е. В. Морфология возбудителя аскофероза пчел / Е. В. Макеенко, В. А. Ховайло, Е. С. Шахурина // Роль ветеринарной науки и образования в современном обществе : к 100-летию Витебской орден "Знак Почета" государственной академии ветеринарной медицины : материалы Международной

научно-практической конференции (г. Витебск, 4-5 ноября 2024 г.) / Витебская государственная академия ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2024. – С. 78-80.

7. Маннапов А. Г. Основные болезни пчел и их лечение // Science and innovation. – 2024. – Т. 3. – №. Special Issue 30. – С. 520-524.
8. Остривная, О. Е. Уровень некоторых аминокислот в организме рабочих пчел летней и осенней генераций / О. Е. Остривная, С. Н. Храпова, Ю. Н. Кутлин // Пчеловодство. – 2023. – № 9. – С. 19-20.
9. Пашаян, С. А. Причины гибели пчел при варроатозной инвазии // Пчеловодство. – 2021. – № 6. – С. 30-31.
10. Полтев, В. И. Ещё о варроатозе // Пчеловодство. – 2022. – № 5. – С. 27–29.
11. Полтев, В. И. Эпизоотология варроатоза пчёл // Варроатоз пчёл. – М.: Наука, 2016. – С. 5–9.
12. Садовникова, Е. Ф. Варроатоз и меры борьбы с ним / Е. Ф. Садовникова, А. Р. Павлова, И. О. Тетроченко // Ученые записки Витебский ордена Знак Почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2018. – Т 54. – № 4. – С. 112-117.
13. Скачко, А. С. Биоморфологические параметры экстерьера пчел типа «Московский» карпатской породы, влияющие на продуктивность семей : морфология / А. С. Скачко, А. Г. Маннапов. – 2020. – Т. 157, № 4. – С. 266.
14. Сохликов, А. Б. Борьба с варроатозом / А. Б. Сохликов, Г. И. Игнатьева // Пчеловодство. – 2018. – № 3. – С. 30-33.
15. Эффективность ветеринарных препаратов в профилактике и лечении варроатоза пчел / Ж. А. Землянкина, В. Н. Косарев, Р. В. Ляшенко, М. С. Галичева // Пчеловодство. – 2019. – № 2. – С. 24-26.

REFERENCES

1. Avramenko, A. S. Diagnostika infekcionny`x zabolevanij pchel A. S. Avramenko, A. A. Mironova, M. V. Avramenko // Veterinariya Severnogo Kavkaza. – 2024. – Т. 1. – №. 9. – С. 131-137.
2. Domaczskaya, T. F. E`ffektivnost` preparata «Tanis» pri varroatoze i ego vliyanie na fiziologicheskoe sostoyanie pchel / T. F. Domaczskaya, A. N. Domaczskij // Vestnik Kras. GAU. – 2017. – № 1. – С. 52-55.
3. Domaczskij, A. N. E`ffektivnost` razlichny`x preparativny`x form akaricidov pri varroatoze / A. N. Domaczskij, T. F. Domaczskaya // Sbornik nauchny`x trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel`skogo instituta veterinarnoj e`ntomologii i arahnologii. – 2016. – С. 59-62.
4. Zinatullina, Z. Ya. Bolezni pchel na pasekax Tyumenskoj oblasti / Z. Ya. Zinatullina T. F Domaczskaya, A. N. Domaczskij // Pchelovodstvo. – 2017. – № 8. С.20-22.
5. Klochko, R. T. Eshhe raz o probleme bor`by` s kleshhom varroa / R. T. Klochko, S. N. Luganskij. – Pchelovodstvo. – 2011. – № 2. – С.28-29.
6. Makeenko, E. V. Morfologiya vzbuditelya askoferoza pchel / E. V. Makeenko, V. A. Xovajlo, E. S. Shaxurina // Rol` veterinarnoj nauki i obrazovaniya v sovremenном obshhestve : k 100-letiyu Vitebskoj ordena Znak Pocheta gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny` : materialy` Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Vitebsk, 4-5 noyabrya 2024 g.) / Vitebskaya gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny`. – Vitebsk : VGAVM, 2024. – С. 78-80.
7. Mannapov A. G. Osnovny`e bolezni pchel i ix lechenie // Science and innovation. – 2024. – Т. 3. – №. Special Issue 30. – С. 520-524.
8. Ostrivnaya, O. E. Uroven` nekotory`x aminokislot v organizme rabochix pchel letnej i osennej generacij / O. E. Ostrivnaya, S. N. Храпова, Yu. N. Kutlin // Pchelovodstvo. – 2023. – № 9. – С. 19-20.
9. Pashayan, S. A. Prichiny` gibeli pchel pri varroatoznoj invazii // Pchelovodstvo. – 2021. – № 6. – С. 30-31.
10. Poltev, V. I. Eshhyo o varroatoze // Pchelovodstvo. – 2022. – № 5. – С. 27–29.
11. Poltev, V. I. E`pizootologiya varroatoza pchyol // Varroatoz pchyol. – М.: Наука, 2016. – С. 5–9.
12. Sadovnikova, E. F. Varroatoz i mery` bor`by` s nim / E. F. Sadovnikova, A. R. Pavlova, I. O. Tetrochenko // Ucheny`e zapiski Vitebskij ordena Znak Pocheta gosudarstvennaya akademiya veterinarnoj mediciny`. – 2018. – Т 54. – № 4. – С. 112-117.
13. Skachko, A. S. Biomorfologicheskie parametry` e`kster`era pchel tipa «Moskovskij» karpatskoj porody`, vliyayushhie na produktivnost` semej : morfologiya / A. S. Skachko, A. G. Mannapov. – 2020. – Т. 157, № 4. – С. 266.
14. Soxlikov, A. B. Bor`ba s varroatozom / A. B. Soxlikov, G. I. Ignat`eva // Pchelovodstvo. – 2018. – № 3. – С. 30-33.
15. E`ffektivnost` veterinarny`x preparatov v profilaktike i lechenii varroatoza pchel / Zh. A. Zemlyankina, V. N. Kosarev, R. V. Lyashenko, M. S. Galicheva // Pchelovodstvo. – 2019. – № 2. – С. 24-26.

Сведения об авторах

1. **Смирнова Евгения Борисовна**, аспирант кафедры микробиологии и иммунологии, аквакультуры и пчеловодства, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, Россия; <https://orcid.org/0009-0003-1797-6157>, e-mail: jene-ufa@yandex.ru.

2. **Кутлин Юрий Николаевич**, кандидат биологических наук, докторант, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-6107-9213>, e-mail: yura 0481@mail.ru.

3. **Маннапова Рамзия Тимергалеевна**, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева, 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-9092-9862>, e-mail: ram.mannapova55@mail.ru.

Information about the authors

1. **Smirnova Evgenia Borisovna**, Graduate Student of the Departments of Microbiology and Immunology, Aquaculture and Beekeeping, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 127434, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, Russia; <https://orcid.org/0009-0003-1797-6157>, e-mail: jene-ufa@yandex.ru.

2. **Kutlin Yuri Nikolaevich**, Candidate of Biological Sciences, Doctoral Student, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 127434, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-6107-9213>, e-mail: yura0481@mail.ru.

3. **Mannapova Ramziya Timergaleevna**, Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Microbiology and Immunology, Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K. A. Timiryazev, 127434, Moscow, Timiryazevskaya st., 49, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-9092-9862>, e-mail: ram.mannapova55@mail.ru.

Вклад авторов

Смирнова Е. Б., Кутлин Ю. Н., Маннапова Р. Т. – авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Статья представляется в печать впервые.

Contribution of the authors

Smirnova E. B., Kutlin Yu. N., Mannapova R. T. – the authors made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The article is being submitted to the press for the first time.

Статья поступила в редакцию 11.04.2025. Одобрена после рецензирования 16.04.2025. Дата опубликования 29.09.2025.

The article was received by the editorial office on 11.04.2025. Approved after review on 16.04.2025. Date of publication: 29.09.2025.