

Масягутова Л.М., Бакиров А.Б.

## ИММУНОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ У РАБОТНИКОВ РАЗЛИЧНЫХ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», 450106, Уфа

**Введение.** Условия труда работников животноводческих производств не исключают негативного воздействия вредного биологического фактора рабочей среды. Наличие сапрофитных микроорганизмов в воздухе рабочей зоны может способствовать формированию воспалительной патологии на фоне нарушения иммунного гомеостаза. Необходимость динамического контроля состояния иммунной системы обуславливает потребность выбора тестов в условиях медицинских осмотров работников животноводческих комплексов.

**Материал и методы.** Изучены условия труда, состояние здоровья и иммунной системы работников различных животноводческих комплексов; проведён анализ микробиологической обсеменённости воздушной среды производственных помещений; сформированы группы обследованных в зависимости от уровня микробиологического риска.

**Результаты.** Проведённые гигиенические исследования свидетельствуют, что на животноводческих предприятиях преобладают: производственный шум; аэрозоли, состоящие из пыли растительного и животного происхождения; различные химические вещества, микроклимат производственных помещений, а также тяжесть труда. В воздушной среде изученных производств выявлено повышенное содержание условно патогенных микроорганизмов (возбудителей оппортунистических инфекций). Выявлены разномодальные отклонения показателей иммунного статуса в ответ на микробную нагрузку. Установлена зависимость между уровнем суммарной микробной нагрузки и показателями неспецифической резистентности у работников различных животноводческих производств.

**Заключение.** Воздействие микробного загрязнения воздушной среды способствует формированию дисбаланса иммунорегуляторных механизмов как на местном, так и на системном уровне. Уровень суммарной микробиологической нагрузки формирует потенциальный риск срыва компенсаторно-приспособительных и адаптационных механизмов. Разработка и научное обоснование методических подходов по выбору и использованию диагностических тестов в условиях массового медицинского осмотра являются основой для динамического контроля состояния иммунной системы работников животноводческих комплексов при превышении уровня микробной нагрузки условно патогенными микроорганизмами.

Ключевые слова: иммунный статус организма; воздух рабочей зоны; условно патогенная и сапрофитная микрофлора.

**Для цитирования:** Масягутова Л.М., Бакиров А.Б. Иммунологические показатели у работников различных животноводческих производств. *Гигиена и санитария*. 2019; 98(9): 972-977. DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-972-977>

**Для корреспонденции:** Масягутова Ляйля Марселевна, доктор мед. наук, зав. отделением лабораторных методов исследований ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека», 450106, г. Уфа. E-mail: [kdl.ufa@rambler.ru](mailto:kdl.ufa@rambler.ru)

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Участие авторов:** концепция, дизайн исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка, написание текста – Масягутова Л.М.; редактирование, утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – Бакиров А.Б.

Поступила 01.07.2019

Принята к печати 23.07.19

Опубликована: октябрь 2019

Masyagutova L.M., Bakirov A.B.

## IMMUNOLOGICAL INDICES IN WORKERS OF VARIOUS LIVESTOCK PRODUCTIONS

Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation

**Introduction.** The working conditions of livestock workers do not exclude the negative impact of the harmful biological factor of the work environment. Against the background of impaired immune homeostasis, the presence of saprophytic microorganisms in the working area air can contribute to the development of inflammatory pathology. The dynamic monitoring of the state of the immune system is needed due to the choice of tests in the conditions of health examinations of livestock workers.

**Material and methods.** Working conditions, the state of health and the immune system of various livestock workers have been studied; analysis of the microbiological contamination of the work environment air has been conducted; patient groups according to the level of microbiological risk have been formed.

**Results.** The hygienic studies conducted indicate industrial noise; aerosols in the form of a dust of plant and animal origin on the basis of grain; certain hazardous chemicals; the microclimate of production facilities, as well as the burden of labor to predominate in the livestock enterprises. In the work environment air, increased content of opportunistic microorganisms (pathogens of opportunistic infections) has been detected. Different modal abnormalities of immune status indices in response to microbial load have been revealed. The relationship between the quantitative characteristic of the total microbial load and the state of the immune system among workers in various livestock production has been established.

**Conclusion.** The biological factor is a risk factor for the formation of different levels of both systemic and local disorders of the immune regulation. The potential risk for failure of compensatory-adaptive and adaptive mechanisms increases in proportion to the degree of total microbiological stress. Under conditions of increased microbiological

*risk, the dynamic control of workers' immune system becomes important, which requires substantiation and development of adequate methodological approaches to the choice and use of diagnostic procedures and tests for mass health check-ups of livestock workers.*

**Key words:** *the body immune status; work environment air; opportunistic and saprophytic microflora.*

**For citation:** Masyagutova L.M., Bakirov A.B. Immunological indices in workers of various livestock productions. *Gigiena i Sanitaria (Hygiene and Sanitation, Russian journal)* 2019; 98(9): 972-977. (In Russian). DOI: <http://dx.doi.org/10.18821/0016-9900-2019-98-9-972-977>

**For correspondence:** Lyaylya M. Masyagutova, MD, Ph.D., DSci., Head of the Department of Laboratory Research Methods of the Ufa Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa Research Institute of Occupational Health and Human Ecology, Ufa, 450106, Russian Federation. E-mail: [kdl.ufa@rambler.ru](mailto:kdl.ufa@rambler.ru)

**Information about authors:**

Masyagutova L.M., <https://orcid.org/0000-0003-0195-8862>; Bakirov A.B., <https://orcid.org/0000-0001-7900-233X>

*Conflict of interest.* The authors declare no conflict of interest.

*Acknowledgment.* The study had no sponsorship.

*Contribution:* The concept and design of the study, collection, and processing of material, statistical processing, and writing the text - Masyagutova L.M.; Editing, approval of the final version of the article, responsibility for the integrity of all parts of the article – Bakirov A. B.

Received: July 01, 2019

Accepted: July 23, 2019

Published October, 2019

## Введение

Развитие отечественного сельскохозяйственного производства является основой экономического благосостояния России. При этом именно работники агропромышленного сектора экономики ограничены в доступности и качестве медицинского обслуживания. Несомненно, огромное значение при этом имеют сложившиеся на селе демографические, экономические, территориальные, культурные, медицинские и иные организационно-управленческие факторы [1].

Наличие сапрофитных микроорганизмов в воздухе рабочей зоны рассматривается как самостоятельный вредный биологический фактор рабочей среды, формирующий повышенный риск развития воспалительных заболеваний. Ведущим патогенетическим механизмом формирования воспалительной патологии является нарушение иммунного гомеостаза [2, 3]. Состояние иммунной системы – наиболее ранний и чувствительный показатель неблагоприятного воздействия факторов производства на организм работников [4, 5].

Органическая пыль животноводческих комплексов содержит большое количество микробных компонентов, адсорбированных на пылевых частицах. При разрушении из клеток высвобождаются медиаторы воспаления, способные потенцировать развитие воспалительных реакций с интенсивной выработкой провоспалительных цитокинов [6–8]. Повышение уровней провоспалительных транскриптов (интерлейкина IL-8, IL-6) и фактора некроза опухоли (ФНО- $\alpha$ ) в сыворотке крови отмечается уже через 2 ч после начала воздействия микробных аэрозолей [9, 10].

Регулярное поступление в организм органических частиц, состоящих из сложного комплекса пептидогликанов, грамположительных бактерий, компонентов клеточной стенки ( $\beta$ -D-глюканов) и грибов наряду с компонентами кормов, белков и витаминов способно провоцировать частые рецидивы воспалительных заболеваний дыхательных путей [11, 12].

Анализ современных литературных источников свидетельствует, что крайне мало работ, анализирующих формирование иммунного гомеостаза у работников при высоком содержании условно патогенной и сапрофитной микрофлоры в воздухе рабочей зоны.

Цель работы – обосновать методические подходы к выбору и использованию тестов динамического контроля состояния иммунной системы в условиях медицинских осмотров работников животноводческих комплексов.

## Материал и методы

Работа выполнена на различных предприятиях животноводческого комплекса (коневодство, разведение крупного рогатого скота, свиней и сельскохозяйственной птицы). Оценка условий труда работников изученных предприятий выполнена в соответствии с действующими нормативно-методическими документами и представлена по данным аттестации рабочих мест, проведенных аккредитованными лабораториями, дополненных собственными исследованиями.

В целях формирования группы обследованных в зависимости от уровня микробиологического риска (MR) проведен анализ микробиологической обсемененности воздушной среды производственных помещений. Основание проведенного ранжирования представлено в более ранних наших работах [13, 14].

Состояние здоровья 1634 работников изучено по результатам углубленного медицинского обследования, по результатам которого выделены «группы риска» формирования иммуноассоциированных заболеваний – 399 человека [15]. Данной группе проведены углубленные иммунологические исследования: СД типирование лимфоцитов с уточнением кластера дифференцировки, с использованием моноклональных антител субпопуляций (CD3, CD4, CD8, CD16, CD19, CD95, HLA DR), согласно прилагаемым инструкциям; определение содержания IgA, IgM, IgG, IgE, секреторного IgA (sIgA), молекул межклеточной адгезии sICAM-1 методом иммуноферментного анализа (ИФА), с использованием тест-систем соответствующих классов; исследование спонтанной продукции цитокинов (INF- $\gamma$ , IL-2, IL-4, IL-6, IL-10) в сыворотке периферической крови, а также определение спонтанной и митоген-индуцированной продукции клетками цельной крови работников изученных производств методом ИФА с использованием сертифицированных тест-систем; изучена фагоцитарная активность лейкоцитов и их способность к ответу на соответствующий стимул активацией «кислородного взрыва» в тесте восстановления нитросинего тетразолия (НСТ-тест) [16, 17].

## Результаты

Проведенный анализ данных аттестации рабочих мест (АРМ) показал, что на животноводческих предприятиях преобладают: производственный шум; аэрозоли, состоящие из пыли растительного и животного происхождения; различные химические вещества, микроклимат производственных помещений, а также тяжесть труда (табл. 1).

Оценка условий труда работников изученных производств согласно Р 2.2.2006-05

Производство по разведению	Вредный фактор, класс условий труда					Общая оценка условий труда
	шум	пыль растительного и животного происхождения	вредные вещества (аммиак и/или др.)	тяжесть труда	микроклимат производственных помещений	
Лошадей	2.0	3.1	2.0	<b>3.2</b>	2.0	3.2
Крупного рогатого скота	3.1	2.0	2.0	3.1	<b>3.2</b>	3.2
Свиней	2.0	<b>3.2</b>	3.1	3.1	2.0	3.2
Птицы сельскохозяйственной	<b>3.2</b>	3.1	3.1	3.1	<b>3.2</b>	<b>3.3</b>

Результаты микробиологического обследования воздушной среды изученных производств свидетельствуют, что у работников предприятий по разведению лошадей среднее количество условно патогенных микроорганизмов в воздухе рабочей зоны составляет  $735 \pm 13$  КОЕ/м<sup>3</sup>; у работников предприятий по разведению крупного рогатого скота –  $1700 \pm 56,9$  КОЕ/м<sup>3</sup>, у работников предприятий по разведению свиней –  $2600 \pm 57,8$  КОЕ/м<sup>3</sup>; у работников предприятий промышленного птицеводства –  $5300 \pm 54,9$  КОЕ/м<sup>3</sup>.

Анализ количественных параметров клеточного и гуморального иммунитета выявил разнонаправленные отклонения: удельный вес лиц с показателями ниже нормального диапазона в группах обследованных с высоким уровнем микробной нагрузки увеличен, а с нормальным иммунным ответом снижен (рис. 1).

Возрастание микробной нагрузки индуцирует формирование транзиторного иммунодефицитного состояния (табл. 2).

Поскольку основой протекания фагоцитарных реакций является реакция нейтрофильных фагоцитов на дестабилизацию среды обитания, их обоснованно считают индикаторами нормы и патологии. Проведенный анализ полученных нами результатов позволил установить статистически значимое превышение частоты снижения уровня фагоцитоза у работников, работающих в условиях высокого микробиологического риска, – 72,5% ( $\chi^2 = 36,21$ ;  $p = 0,001$ ).

Состояние гуморального звена иммунитета характеризуется дисбалансом и тенденцией к снижению возможностей антителиобразования. Уровень выработки иммуноглобулинов класса G у работников птицеводческой отрасли равен  $14,6 \pm 0,3$  г/л; у работников коневодства –  $15,1 \pm 0,2$  г/л; частота отклонения равна 94,2% ( $\chi^2 = 101,92$ ;  $p = 0,001$ ).

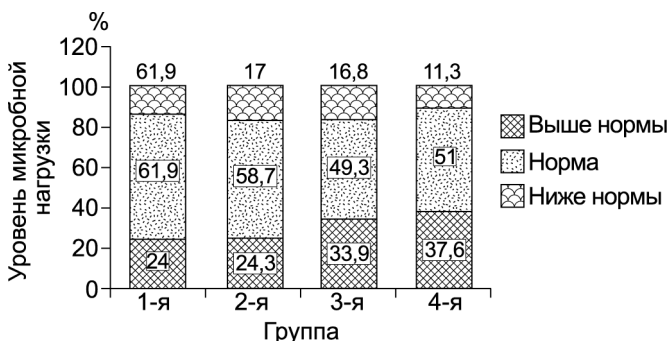


Рис. 1. Частота отклонений значений показателей иммунного гомеостаза в зависимости от уровня микробной нагрузки, %.

Состояние сбалансированности содержания регуляторных белков (провоспалительных и противовоспалительных цитокинов) является основой формирования антиинфекционного иммунитета.

Экспрессия интерлейкина IL-10 в условиях низкого микробиологического риска минимальна, резко возрастая при увеличении нагрузки до  $36,3 \pm 5,7$  пг/мл, превышая референтные значения до 1,5 раза (табл. 3).

Одним из важных маркеров эндотелиальной дисфункции, развивающейся на фоне воспаления и способствующей развитию и поддержанию дисбаланса иммунологической реактивности организма, является уровень ICAM-1 (рис. 2).

Обсуждение

Результаты настоящих исследований свидетельствуют, что используемые в современных животноводческих комплексах технологии не обеспечивают безопасных условий труда как в отношении факторов рабочей среды и трудового процесса, так и загрязнения воздуха рабочей зоны условно патогенными микроорганизмами.

Способность к формированию механизмов микробицидного ответа и соответственно своевременного иммунного ответа наглядно демонстрируют сохраняемые показатели, характеризующие кислородзависимый и кислороднезависимый метаболизм системы полиморфноядерных нейтрофильных гранулоцитов.

Изменение процентного соотношения иммунокомпетентных клеток и их дифференцировка, характеризующие напряжение механизмов формирования адекватного иммунного ответа в ответ на микробную нагрузку, возможно лишь до определённого уровня. При дальнейшем возрастании микробного воздействия возможно формирование «иммунологической толерантности».

Свидетельством существенного угнетения резервных возможностей иммунокомпетентных клеток и одним из ранних признаков формирования вторичной иммунной недостаточности является существенное снижение митоген-стимулированной продукции провоспалительных IL-2 и IL-6 во всех четырёх группах относительно референтных значений. Снижение митоген-индуцированной продукции провоспалительного цитокина INF- $\gamma$  отмечается при высоком содержании в воздухе рабочей зоны условно патогенных микроорганизмов. Аналогичная тенденция выявлена нами в отношении митоген-стимулированной продукции исследуемых противовоспалительных цитокинов.

Длительное воздействие различных уровней микробиологической обсеменённости воздушной среды производственных помещений на органы дыхания работников приводит к формированию дисбаланса цитокинового про-

Таблица 2

## Содержание некоторых подклассов лимфоцитов у работников изученных производств

CD (%)	Предприятия по разведению	Количество работников	Вектор отклонения	Частота, %	$\chi^2$	<i>p</i>	OR	95% ДИ для среднего	
								нижняя граница	верхняя граница
CD3	Сельско-хозяйственной птицы	148	↑	0					
			↓	63,5					
	Свиней	36	↑	0	140,76	0,001	0,00	–	–
			↓	69,5	85,55	0,001	50,59	12,26	208,73
	КРС	95	↑	0	8,04	0,006	0,00	–	–
			↓	97,9	7,11	0,009	2,47	1,18	5,19
	Лошадей	120	↑	0	26,18	0,001	0,00	–	–
			↓	97,5	102,42	0,001	42,43	13,22	136,19
CD4	Сельско-хозяйственной птицы	148	↑	6,8					
			↓	41,2					
	Свиней	36	↑	8,3	2,25	0,134	2,34	1,25	4,37
			↓	30,6	1,24	0,266	0,79	0,49	1,28
	КРС	95	↑	17,9	3,77	0,052	0,31	0,09	1,05
			↓	32,6	0,88	0,350	0,72	0,34	1,51
	Лошадей	120	↑	1,7	26,02	0,001	0,06	0,01	0,24
			↓	53,3	10,63	0,002	1,87	1,23	2,85
CD8	Сельско-хозяйственной птицы	148	↑	1,4					
			↓	23,0					
	Свиней	36	↑	0	81,45	0,001	8,98	5,11	15,76
			↓	41,7	2,48	0,116	0,67	0,39	1,15
	КРС	95	↑	38,9	8,37	0,005	0,00	–	–
			↓	22,1	2,33	0,128	1,68	0,83	3,40
	Лошадей	120	↑	5,8	12,85	0,001	0,25	0,11	0,55
			↓	42,5	7,74	0,006	1,74	1,13	2,68
CD16	Сельско-хозяйственной птицы	148	↑	28,4					
			↓	0					
	Свиней	36	↑	44,4	6,89	0,010	1,76	1,04	2,99
			↓	8,3	18,69	0,001	0,04	0,01	0,32
	КРС	95	↑	25,3	2,43	0,119	1,68	0,84	3,38
			↓	1,1	2,51	0,113	0,37	0,11	1,26
	Лошадей	120	↑	29,2	0,59	0,445	0,87	0,55	1,37
			↓	3,3	17,29	0,001	0,14	0,05	0,40
CD19	Сельско-хозяйственной птицы	148	↑	9,5					
			↓	0,0					
	Свиней	36	↑	22,2	9,00	0,004	2,23	1,22	4,10
			↓	0,0	21,10	0,001	0,00	–	–
	КРС	95	↑	18,9	0,00	0,965	0,92	0,40	2,09
			↓	0,0	8,04	0,006	0,00	–	–
	Лошадей	120	↑	11,7	7,92	0,006	0,42	0,23	0,78
			↓	0,8	23,73	0,0001	0,04	0,01	0,26

Примечание. Различия статистически достоверны относительно работников предприятий по разведению лошадей –  $p \leq 0,05$ .



## Продукция цитокинов (пг/мл) клетками цельной крови у работников изученных производств

Показатель	Продукция	Работники предприятий по разведению			
		лошадей, n = 46	крупного рогатого скота, n = 55	разведению свиней, n = 47	сельскохозяйственной птицы, n = 52
INF- $\gamma$	Спонтанная	0,00	0,2 $\pm$ 0,001	0,00	12,8 $\pm$ 2,1
	Митоген-индуцированная	1044,8 $\pm$ 9,9	896,1 $\pm$ 9,2*	632,0 $\pm$ 11,5	246,8 $\pm$ 14,2*
IL-2	Спонтанная	0,39 $\pm$ 0,18	0,00	0,01 $\pm$ 0,01	0,60 $\pm$ 0,40
	Митоген-индуцированная	6,3 $\pm$ 1,2	4,7 $\pm$ 0,9	2,5 $\pm$ 0,2	7,7 $\pm$ 1,4
IL-6	Спонтанная	52,1 $\pm$ 8,5	430,2 $\pm$ 9,8*	349,3 $\pm$ 5,6	512,9 $\pm$ 12,5*
	Митоген-индуцированная	5729,8 $\pm$ 11,5	3471,8 $\pm$ 31,8*	8296,6 $\pm$ 22,1	7859,8 $\pm$ 40,2
IL-4	Спонтанная	0,03 $\pm$ 0,01	0,00	0,00	0,00
	Митоген-индуцированная	1,10 $\pm$ 0,40	0,96 $\pm$ 0,05	0,53 $\pm$ 0,10	0,32 $\pm$ 0,20*
IL-10	Спонтанная	11,8 $\pm$ 2,8	11,5 $\pm$ 3,4	14,3 $\pm$ 2,4	36,3 $\pm$ 5,7
	Митоген-индуцированная	358,7 $\pm$ 11,7	201,5 $\pm$ 8,8*	280,5 $\pm$ 9,8	182,3 $\pm$ 11,9*

Примечание. Различия статистически достоверны относительно работников предприятий по разведению лошадей; \* –  $p \leq 0,05$ .

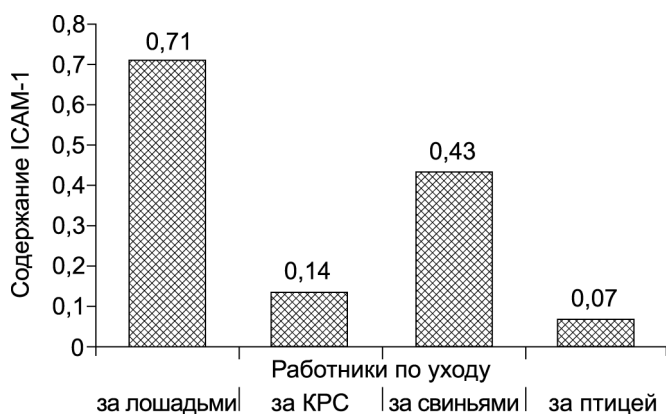


Рис. 2. Содержание ICAM-1 в сыворотке крови у работников изученных производств.

филя. Выработка адгезивных молекул ICAM-1 связана с регуляцией цитокинов и обеспечивает адгезию лейкоцитов к сосудистому эндотелию, участвуя в формировании неспецифической резистентности организма.

### Заключение

Воздействие микробного загрязнения воздушной среды способствует формированию дисбаланса иммунорегуляторных механизмов как на местном, так и на системном уровне. Уровень суммарной микробиологической нагрузки формирует потенциальный риск срыва компенсаторно-приспособительных и адаптационных механизмов.

Разработка и научное обоснование адекватных методических подходов по выбору и использованию диагностических тестов в условиях массового медицинского осмотра является основой для динамического контроля состояния иммунной системы работников животноводческих комплексов при превышении уровня микробной нагрузки условно патогенными микроорганизмами.

### Литература

(пп. 6–12 см. References)

1. Попова А.Ю. Проблемы и тенденции профессиональной заболеваемости работников сельского хозяйства Российской Федерации. *Здоровье населения и среда обитания*. 2016; 9: 4–9.
2. Гусев Е.Ю., Черешнев В.А. Системное воспаление: теоретические и методологические подходы к описанию модели общепатологического процесса. Часть 4. Динамика процесса. *Патологическая физиология и экспериментальная терапия*. 2014; 4: 4–16.
3. Масягутова Л.М., Бакиров А.Б., Рыбаков И.Д. Специфическая сенсибилизация и местный иммунитет полости рта в условиях хронической аэрогенной нагрузки. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2013; 4: 27–9.
4. Косарев В.В., Жестков А.В., Бабанов С.А. Иммунопатологические особенности профессионального бронхита. *Медицина труда и промышленная экология*. 2012; 9: 22–7.
5. Бодяенкова Г.М., Рукавишников В.С. Нарушения иммунореактивности как маркер профессионального риска здоровью работающих в производстве винилхлорида. *Гигиена и санитария*. 2018; 97 (9): 840–3.
13. Масягутова Л.М., Бакиров А.Б. Совершенствование системы гигиенического мониторинга в условиях обсеменённости воздуха рабочей зоны условно патогенными микроорганизмами. *Медицина труда и промышленная экология*. 2018; 3: 30–4.
14. Масягутова Л.М., Бакиров А.Б., Симонова Н.И., Гизатуллина Л.Г. Лабораторное обоснование этапности и объема профилактических мероприятий при работе в условиях микробного загрязнения воздуха рабочей зоны. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2018; 9: 584–7.
15. Масягутова Л.М., Бакиров А.Б. Оценка состояния здоровья работников животноводческого комплекса. *Общественное здоровье и здравоохранение*. 2019; 2: 34–40.
16. Потапов А.И., ред. *Клиническая лабораторная диагностика профессиональных заболеваний*. Ярославль: Канцлер; 2013. 312 с.
17. Колхир П.В. *Доказательная аллергология-иммунология*. М.: Практическая медицина; 2010. 528 с.

### References

1. Popova A.Yu. Problems and trends in occupational morbidity among agricultural workers of the Russian Federation. *Zdorov' e naseleniya i sreda obitaniya [Public Health and Life Environment]*. 2016; 9: 4–9. (in Russian)
2. Gusev E.Yu., Chereshev V.A. Systemic inflammation: theoretical and methodological approaches to the description of the general pathological process model. Part 4. Dynamics of the process. *Patologicheskaya fiziologiya i eksperimental' naya terapiya [Pathological physiology and experimental therapy]*. 2014; 4: 4–16. (in Russian)

3. Masyagutova L.M., Bakirov A.B., Rybakov I.D. Specific sensitization and local immunity of the oral cavity under the conditions of chronic aerogenic load. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika [Clinical laboratory diagnostics]*. 2013; 4: 27–9. (in Russian)
4. Kosarev.V.V., Zhestkov A.V., Babanov S.A. Immunopathological features of occupational bronchitis. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya [Occupational health and industrial ecology]*. 2012; 9: 22–7. (in Russian)
5. Bodienkova G.M., Rukavishnikov V.S. Disorders of the immunoreactivity as a marker of professional risk to the health of workers in the production of vinyl chloride. *Gigiena i Sanitaria [Hygiene and Sanitation, Russian journal]*. 2018; 97 (9): 840–3. (in Russian)
6. Cook-Mills J.M., Deem T.L. Active participation of endothelial cells in inflammation. *J Leukoc Biol.* 2005; 4: 487–95.
7. Hawley B., Schaeffer J., Poole J.A. Differential response of human nasal and bronchial epithelial cells upon exposure to size-fractionated dairy dust. *J Toxicol Environ Health A.* 2015; 78: 583–94.
8. Kumar S., Khodoun M., Kettleson E.M. Glyphosate-rich air samples induce IL-33, TSLP and generate IL-13 dependent airway inflammation. *Toxicology.* 2014; 325: 42–51.
9. Charavaryamath C., Juneau V., Suri S.S., Janardhan K.S., Townsend H., Singh B. Role of Toll-like receptor 4 in lung inflammation following exposure to swine barn air. *Exp Lung Res.* 2008; 34: 19–35.
10. Robbe P., Spierenburg E.A., Draijer C. Shifted T-cell polarisation after agricultural dust exposure in mice and men. *Thorax.* 2014; 69: 630–7.
11. Wählén K., Fornander L., Olausson P. Protein profiles of nasal lavage fluid from individuals with work-related upper airway symptoms associated to moldy and damp buildings. *Indoor Air.* 2015; 25: 122–37.
12. Serefhanoglu K., Timurkaynak E., Can E. et al. Risk factors for candidemia with non-albicans *Candida* spp. in intensive care unit patients with end-stage renal disease on chronic hemo-dialysis. *J Formos Med Assoc.* 2012; 3: 325–32.
13. Masyagutova L.M., Bakirov A.B. Improving the system of hygienic monitoring in conditions of airborne contamination of the working area by opportunistic microorganisms. *Meditcina truda i promyshlennaya ekologiya [Occupational Health and Industrial Ecology]*. 2018; 3: 30–4. (in Russian)
14. Masyagutova L.M., Bakirov A.B., Simonova N.I., Gizatullina L.G. Laboratory substantiation of the phasing and volume of preventive measures when working in conditions of microbial air pollution of the working area. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika [Clinical laboratory diagnostics]*. 2018; 9: 584–7. (in Russian)
15. Masyagutova L.M., Bakirov A.B. Assessment of the health status of livestock workers. *Obshchestvennoye zdorov'ye i zdravookhraneniye [Public Health and Health Care]*. 2019; 2: 34–4. (in Russian)
16. Potapova A.I., ed. *Clinical laboratory diagnosis of occupational diseases.* Yaroslavl: Kantsler; 2013. 312 p. (in Russian)
17. Kolkhir P.V. *Evidence-based allergology-immunology.* Moscow: Prakticheskaya meditsina; 2010. 528 p. (in Russian)