

А.Н. Анкилов**, А.М. Бакланов**, А.И. Бородулин*, Г.А. Буряк*, С.Б. Малышкин**, С.Е. Олькин*,
О.В. Пьянков*, О.Г. Пьянкова*, А.С. Сафатов*, А.Н. Сергеев*

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПОНЕНТЫ АТМОСФЕРНОГО АЭРОЗОЛЯ НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

*НИИ аэриобиологии ГНЦ ВВ «Вектор», Новосибирская обл.,
**ИХКуГ СО РАН, Новосибирск

Поступила в редакцию 3.03.99 г.

Принята к печати 30.03.99 г.

Среди загрязнений, влияющих на климат и на здоровье населения, особое место занимают биоаэрозоли и биологические компоненты аэрозольных частиц. К сожалению, в Сибири, за исключением мониторинга растительной пыльцы, многие компоненты атмосферного биоаэрозоля систематически не исследовались. Приведены предварительные данные по оценке биологической составляющей атмосферного аэрозоля на юге Западной Сибири: бактерий, других микроорганизмов, а также белковых загрязнений.

Введение

В настоящее время установлено, что аэрозольная компонента атмосферы, перераспределяя радиационные потоки и являясь центром нуклеации, оказывает существенное воздействие на климат [1]. Опосредованно через климат и непосредственно аэрозольная компонента также значительно влияет на здоровье человека [2,3]. Очевидно, что в этой связи чрезвычайно актуальна задача мониторинга атмосферного аэрозоля, выявления его источников, закономерностей распространения и трансформации в атмосфере. Такие работы интенсивно ведутся как в региональном (о чем свидетельствуют результаты V заседания рабочей группы «Аэрозоли Сибири»), так и в глобальном масштабе (например, глобальные атмосферные наблюдения под эгидой Всемирной метеорологической организации).

Довольно неожиданным результатом проведенных ранее исследований явилось то, что биологическая компонента атмосферного аэрозоля может составлять до 95% полного числа частиц с диаметром свыше 2 мкм [4,5]. Однако именно биологической компоненте атмосферного аэрозоля до последнего времени уделялось, с нашей точки зрения, недостаточно внимания. Действительно, несмотря на то, что аэриобиологические исследования атмосферы велись еще в прошлом веке, см., например, [6] (взята из [7]), они до сих пор не носят систематического характера. Исключения составляют долгосрочные наблюдения за бактериальной флорой в Швеции [7] и Канаде [8], за плесневыми грибами в Финляндии [9] и пылью растений в Сибири [10]. Однако эти исследования были посвящены только одному виду организмов и не затрагивали другие. В то же время известно, например, что устойчивость человека к инфекционным заболеваниям определяется не только «внутренними» факторами иммунитета, но и «внешними» физическими и химическими факторами, воздействующими на него или на микроорганизм, а также совместным воздействием этих факторов и микроорганизмов на человека [11–13]. Следовательно, наиболее информативен с точки зрения оценки воздействия на человека одновремен-

ный мониторинг всех составляющих биологической компоненты атмосферного аэрозоля, сопровождаемый измерением физико-химических характеристик аэродисперсной системы (включая наиболее «значимые» газовые примеси) и метеорологических параметров, определяющих перенос аэрозолей в атмосфере.

Необходимо отметить, что проблема переноса атмосферного аэрозоля важна не только в локальном (порядка десятков км), но и в межрегиональном (порядка тысяч км) масштабе [1]. Математическое моделирование процессов переноса аэрозоля с учетом его трансформации в атмосфере позволяет надежно установить его возможные источники, в том числе и удаленные. Здесь следует отметить, что в литературе описаны случаи переноса на большие расстояния не только растительной пыльцы или высокомолекулярных соединений, но и живых микроорганизмов. Так, в [14] описан перенос вируса ящура, вызвавшего эпидемию, через Ла-Манш, в [15] – почвенных бактерий из района Черного моря в Швецию, а в [16] обсуждается гипотеза транс-континентального переноса аэрозолем вируса гриппа, явившегося причиной эпидемии. Гораздо более многочисленны данные о локальном распространении в атмосфере аэрозолей, содержащих микроорганизмы (см., например [9, 17–19]).

Исходя из вышесказанного, ясно, что для получения достоверной информации о прямом воздействии биологической составляющей атмосферного аэрозоля на здоровье населения региона необходимо отслеживать одновременно все компоненты этой составляющей наряду с определением физико-химических характеристик аэрозоля и ряда метеорологических параметров.

Данная работа содержит обсуждение первых результатов исследований, проведенных нами в рамках указанной выше проблемы.

Материалы и методы

Измерение физических характеристик аэрозольной системы и концентрации некоторых газовых примесей. Эксперименты осуществлялись с помощью передвижной лаборатории,

созданной в ИХКиГ СО РАН. Лаборатория размещалась в фургоне на шасси автомобиля высокой проходимости ЗИЛ-131. В состав лаборатории входили следующие приборы (значительная часть их разработана в ИХКиГ СО РАН [20–23]):

1. Диффузионный спектрометр аэрозолей. Диапазоны измерений составляют от 3 до 200 нм по диаметрам частиц и от 10^2 до 10^6 см⁻³ – по концентрации.
2. Фотоэлектрический анализатор аэрозолей. Диапазон измерения диаметров частиц от 0,3 до 10 мкм.
3. Флюоресцентный анализатор двуокиси серы. Диапазон измерений от 1 до 750 ppb.
4. Хемилюминесцентный анализатор окислов азота CLD 700 AL. Диапазон измерений от 0,001 до 100 ppb.
5. Термоденудерная система для определения концентрации серной кислоты и сульфатов в атмосфере. Чувствительность инструмента при времени отбора 1 ч около 0,02 мкг/м³.
6. Термоденудерная система для определения концентрации азотной кислоты и нитратов в атмосфере. Чувствительность метода при времени отбора 0,5 ч около 0,1 мкг/м³.
7. Хемилюминесцентный анализатор озона ЛГМИ. Диапазон измерений от 1 до 100 ppb.
8. Нефелометры типа ФАН и ECN Model 1550 B.
9. Комплект аппаратуры для измерений важнейших метеорологических параметров: направления и скорости ветра, температуры, влажности и давления воздуха.

Все измерительные приборы и пробоотборники были объединены в измерительную систему, работающую под управлением компьютера. Процессы измерения, сбора, обработки и хранения информации о физических характеристиках аэрозоля и концентрациях отслеживаемых газовых примесей полностью автоматизированы. Периодичность съема информации при этом зависит от цели и условий эксперимента. Имеется возможность многосуточных непрерывных наблюдений.

Отбор проб биологической компоненты атмосферного аэрозоля. Для отбора проб использовались три системы, располагавшиеся на высоте 1 м над подстилающей поверхностью. Во-первых, – это волокнистые фильтры типа АФА-ХА, просос через которые составлял 50 л/мин. Они предназначались для анализа на присутствие специфических и неспецифических белков или других биологических макромолекул по описанным ниже методикам. Во-вторых, – это одноступенчатые импинджеры (микроциклоны МЦ-50), аналогичные описанным в [24]. Просос через них составлял также 50 л/мин. В них заливалось по 50 мл физиологического раствора, обеспечивающего сохранность бактерий или грибов и невозможность их размножения в течение времени до начала анализа проб. В-третьих, – это такие же микроциклоны, в которых в физиологический раствор были добавлены антибиотики (пенициллин в количестве 100 мг/мл и стрептомицин в количестве 100 ед/мл для подавления роста бактерий и грибов), 2%-я сыворотка КРС (для лучшего сохранения отобранных вирусных частиц) и антивспениватель. Отбор проб осуществлялся в течение 1 ч. После чего микроциклоны захлаживались при +4 °С и сохранялись при этой температуре до начала анализа проб.

Анализ биологической и белковой компонент проб осуществлялся на базе лабораторий НИИ аэробиологии ГНЦ ВБ «Вектор». Специального анализа растительной пыльцы в рамках данных работ не проводилось.

Определение содержания белков в образцах. Аэрозольный фильтр помещали в бокс и замачивали в 3 мл раствора, содержащего 3,2 г борной кислоты и 1,6 г гидроксид калия на 500 мл дистиллированной воды. Десорбция белка производилась в течение суток при постоянном перемешивании на автоматическом шейкере при комнатной температуре. Содержание белка в полученной жидкости определяли по методу Бредфорда [25]. К 1 мл десорбирующего раствора с белком добавляли 4 мл раствора реагента, содержащего 100 мг красителя (кумасси бриллиантовой голубой G–250), 50 мл этанола, 100 мл 85%-й фосфорной кислоты на 1 л дистиллированной воды. Реакционную смесь выдерживали 1 ч и далее фотометрировали на длине волны 595 нм на спектрофотометре Cary 219 Varian. В качестве стандарта для количественного определения белка использовали бычий сывороточный альбумин (Protein standart solution с концентрацией 1 мг/мл в 0,15 М хлориде натрия, Sigma Chemical Company).

Анализ живых микроорганизмов. Определение рода и концентрации жизнеспособных бактерий в пробах осуществляли путем последовательного высева десятикратно разведенных проб на агаровые питательные среды с последующей окраской по Граму и изучения микроорганизмов в образовавшихся колониях под микроскопом [26].

Титрование энтеровирусов, которые мы надеялись обнаружить в отбираемых пробах, проводилось методом бляшкообразования на клетках HeLa под агаровым покрытием после последовательных десятикратных разведений вирусосодержащих суспензий [27].

Идентификация грибов, обнаруженных в некоторых пробах, а также поиск других микроорганизмов (дрожжи, водоросли и др.) в рамках данных исследований не проводилась.

Результаты и обсуждение

Предварительные результаты исследования биологической компоненты атмосферного аэрозоля, полученные в 1998 г., суммированы в табл. 1 и 2. В табл. 1 представлены результаты исследований, проведенных в июне–июле на площадке, расположенной в 5 км на северо-северо-запад от поселка Чик Новосибирской области. Ближайшим возможным локальным источником биоаэрозолей в месте отбора проб является отстойник Чикской птицефабрики (именно поэтому мы надеялись обнаружить энтеровирусы), расположенный примерно в 1 км от площадки.

В табл. 2 представлены результаты исследований, проведенных в сентябре–октябре на площадке около ИХКиГ СО РАН в Новосибирском академгородке. В окрестности этой площадки возможные локальные источники вирусных биоаэрозолей не выявлены, поэтому отбор проб для обнаружения вирусов в аэрозолях не проводился. Кроме того, необходимо отметить еще два различия. Во-первых, вариация концентрации белка в воздухе на этой площадке заметно меньше, чем на первой: в среднем в 1 м³ ($0,39 \pm 0,21$) мкг белка. Впрочем, если не считать единственного резко отличающегося значения концентрации белка (пробоотбор 03.07 в 23:24), то вариация концентрации белка была того же порядка. Обнаруженное значительное превышение концентрации белка связано, по-видимому, с каким-то мощным источником, расположенным с подветренной стороны. В это же время при сходных направлении и скорости ветра больше такого содержания белка в воздухе не фиксировалось. Вероятно, это был какой-то залповый выброс. Во-вторых, из-за

сбоя программы были утеряны некоторые метеорологические данные, в том числе измерения крупнодисперсной

фракции атмосферного аэрозоля. Поэтому табл. 2 содержит меньше информации, чем табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерений, проведенных в районе поселка Чик

Дата	Время начала пробоотбора	Средняя скорость ветра, м/с	Средняя температура, °С	Концентрация белка, мкг/м ³	Вид микроорганизмов в порядке частоты встречаемости	Концентрация частиц диаметром более 0,5 мкм, шт./см ³	Концентрация частиц диаметром более 2 мкм, мкг/м ³	Концентрация озона, ppb	Концентрация SO ₂ , ppb	Показания нефелометра, усл.ед. ^а
0.06	10:10	–	–	0,69	кокки, диплококки, (–) палочки ^б	– ^в	9 ^г	–	38,7	–
30.06	15:24	–	–	0,48	кокки, диплококки	12,7	–	–	–	–
30.06	18:24	0,0	20,8	0,53	–	39,8	–	9,56	15,3	0,3
30.06	21:24	0,0	18,5	0,52	кокки, (+) палочки	137,8	–	5,93	–	0,4
30.06	22:54	0,0	17,7	0,30	кокки, диплококки, (+) палочки	71,4	22	5,40	5,9	0,4
01.07	01:54	0,0	16,8	0,46	кокки, диплококки, (+) палочки	27,3	–	5,81	3,0	0,4
03.07	17:24	–	–	0,38	–	42,0	–	–	4,0	–
03.07	18:24	–	–	0,30	кокки, диплококки, стрептококки	40,7	–	–	3,9	–
03.07	23:24	2,7	16,5	3,19	–	23,3	–	9,27	3,2	0,5
04.07	00:54	4,1	16,0	0,45	–	10,7	–	9,98	2,2	0,4
04.07	06:54	3,7	15,7	<0,17	–	9,1	–	8,58	2,5	0,4
04.07	07:54	5,8	15,4	0,62	–	9,2	–	9,50	3,0	0,4
05.07	16:24	2,2	25,3	0,27	–	8,0	22	10,52	4,6	0,3
05.07	17:10	2,5	25,3	0,19	–	–	–	10,81	3,6	0,3
08.07	15:24	2,0	27,0	0,53	кокки, (+) палочки	13,2	36	17,98	3,9	0,3
08.07	16:24	2,5	26,6	0,38	–	9,7	–	19,99	–	0,3
08.07	17:24	–	–	0,36	кокки, (+) палочки	25,2	–	18,96	–	–
09.07	06:24	–	–	0,30	кокки, диплококки	22,2	–	10,50	–	–
09.07	07:24	–	–	<0,17	–	30,9	–	10,42	–	–
09.07	08:10	–	–	<0,17	–	–	–	10,47	–	–
09.07	09:10	–	–	<0,17	кокки, диплококки	–	–	11,45	–	–

Примечания: а – условные единицы, соответствующие дальности видимости, выраженной в 10⁻¹ км⁻¹; б – для палочек (+) и (–) – грамположительные и грамотрицательные бактерии соответственно; в – прочерк – величина не определялась; г – данные в этом столбце любезно предоставлены А.Л. Власенко.

Таблица 2

Результаты измерений, проведенных в районе ИХКиГ СО РАН

Дата	Время начала пробоотбора	Вид микроорганизмов в порядке частоты встречаемости	Средняя температура, °С	Концентрация озона, ppb	Показания нефелометра, усл.ед. ^а
21.09	11:15	кокки, диплококки, (+)палочки	12,1	–	0,3
21.09	12:15	грибы	12,6	2,9	0,4
21.09	13:15	стрептококки, кокки, диплококки	13,3	7,1	0,3
21.09	14:15	стрептококки, кокки, диплококки	13,7	9,3	0,3
24.09	11:40	не обнаружено	11,1	2,3	0,6
24.09	12:55	не обнаружено	11,5	8,8	0,3
24.09	13:55	(+)крупные палочки	11,8	16,8	0,6
24.09	14:55	не обнаружено	11,9	19,7	0,5
28.09	10:25	стафилококки, кокки	4,9	13,6	0,3
28.09	12:40	кокки, (+)палочки	5,5	12,5	0,3
28.09	13:40	(+)палочки, диплококки	5,6	11,8	0,3
28.09	14:45	(–)палочки	5,6	11,2	0,2
30.09	10:30	стрептококки, кокки	5,9	24,0	0,3
30.09	13:00	кокки, диплококки	6,8	25,6	0,5
01.10	10:45	кокки, диплококки	6,1	12,9	0,3
01.10	14:00	(+)палочки	6,2	16,3	0,3
02.10	09:30	кокки, (+)палочки	–	–	–
02.10	14:20	кокки, диплококки, стрептококки	–	–	–
05.10	10:40	стрептококки, кокки, диплококки	5,8	12,4	0,4
05.10	14:25	кокки, диплококки, (+)палочки	6,3	13,2	0,3

Примечание. Обозначения те же, что и в табл. 1.

Остановимся теперь подробнее на анализе микробиологической компоненты атмосферного аэрозоля. Из 30 проб, исследованных на присутствие бактерий, они были обнаружены в 26. В одном случае рост бактерий был подавлен грибами. В трех случаях количество бактерий в пробах не превышало порога чувствительности методик.

Наиболее часто в исследованных образцах встречаются грамположительные бактерии: различные кокки (кокки, диплококки, стрептококки, в одном случае стафилококки) и палочковидные бактерии. Грамотрицательные бактерии были обнаружены только в составе двух проб, причем в одной из них не было других микроорганизмов.

Следует отметить, что детальная идентификация родов бактерий и их видов не проводилась. Однако микроскопические исследования позволяют предположить, что грамположительные палочковидные бактерии относятся скорее всего к роду *Bacillus*, а грамотрицательные – к роду *Pseudomonas*.

Полученные нами результаты находятся в хорошем согласии с составом микрофлоры атмосферы, определенным как для верхних, так и для нижних ее слоев, где наиболее часто встречаются грамположительные бактерии и значительно реже грамотрицательные бактерии, грибы и дрожжи [17,18,28]. В то же время авторы понимают, что, скорее всего, не все жизнеспособные бактерии были выявлены по использованным методикам: согласно литературным данным необходимо использовать гораздо большее число различных ростовых сред, на которых растут те или иные роды бактерий [7,29].

Проведенный анализ содержания энтеровирусов в образцах не выявил их в количествах, превышающих чувствительность методики титрования [27]. Вероятно, вблизи мест отбора не было достаточно мощных источников вирусных аэрозолей. В то же время, поскольку тест-системы для титрования вирусов довольно специфичны [27], на исследуемой системе не было определено и никаких других вирусов.

По-видимому, дальнейшее изучение вирусной компоненты биологической составляющей атмосферного аэрозоля необходимо более жестко привязывать к предварительно определенным источникам таких аэрозолей. И только после подбора высокочувствительных тест-систем для выявления вируса из данного источника и отработки методики его количественного определения можно проводить долговременный мониторинг атмосферы, который позволит, с учетом прогнозирования распространения аэрозолей от различных источников, отслеживать концентрации вирусного аэрозоля в данном регионе.

И в заключение необходимо остановиться еще на одной проблеме, связанной с мониторингом микробиологической составляющей атмосферного аэрозоля. Во-первых, – это разработка новых высокоэффективных пробоотборных устройств, устойчивых к изменению условий отбора (направление и скорость ветра). Во-вторых, – разработка методов экспресс-идентификации микроорганизмов в пробах. Эти методики должны быть, с одной стороны, очень неспецифичны, чтобы определить наличие в пробе неизвестных микроорганизмов. Например, по данным, суммированным в [30], в настоящее время известно только около 4% вирусов, 12% бактерий и 5% грибов, существующих на Земле. С другой стороны, методики должны быть высокоспецифичны, чтобы позволять детально (вплоть до вида или даже до штамма) идентифицировать микроорганизмы. Без последующей разработки таких методик прогресс в аэробиологии вряд ли возможен.

1. *Аэрозоль и климат* / Под ред. К.Я. Кондратьева. Л.: Гидрометеоиздат, 1991. 544 с.
2. *Сидоренко Г.И., Куменев Е.Н., Гедымин М.Ю.* Методика изучения состояния здоровья населения в зависимости от качества окружающей среды // *Вестник АМН СССР*. 1991. N 1. С. 15–18.
3. *Лашина Е.Н., Васильев О.Д.* Роль плесневелых грибов и пылевых аэрозолей в заболеваемости органов дыхания у строительных рабочих // *Гигиена и санитария*. 1991. № 8. С. 33–35.
4. *Artaxo P., Storms H., Bruynseels F. et al.* Composition and sources of aerosols from the Amazon basin // *J. Geophys. Res.* 1988. V. 93. N. D2. P. 1605–1615.
5. *Artaxo P., Maenhaut W., Storms H., Van Grieken R.* Aerosol characteristics and sources for the Amazon basin during the wet season // *J. Geophys. Res.* 1990. V. 95. N. D10. P. 16971–16985.
6. *Miquel P.* Les organismes vivants de l'atmosphère. Paris: Gauthier-Villars. 1883.
7. *Bovallius A., Bucht B., Roffey R., Anas P.* Three-year investigation of the natural airborne bacterial flora at four localities in Sweden // *Appl. Environ. Microbiol.* 1978. V. 35. N. 5. P. 847–852.
8. *Kelly C.D., Pady S.M.* Microbiological studies of air masses over Montreal during 1950 and 1951 // *Canad. J. Bot.* 1954. V. 32. N. 5. P. 591–600.
9. *Reponen T., Hyvarinen A., Ruuskanen J., Raunemaa T., Nevalainen A.* Comparison of concentrations and size distributions of fungal spores in buildings with and without mould problems // *J. Aerosol Sci.* 1994. V. 25. N 8. P. 1595–1603.
10. *Golovko V.V., Koutsenogii P.K., Kirov E.I., Koutsenogii K.P.* Pollen component of Siberian biogenic atmospheric aerosol // *J. Aerosol Sci.* 1996. V. 27. Suppl. 1. P. S243–S244.
11. *Покатилов Ю.Г.* Биохимия биосферы и медико-биологические проблемы (экологические проблемы химии биосферы и здоровья населения). Новосибирск: Сиб. изд. фирма, ВО Наука, 1993. 168 с.
12. *Савилов Е.Д., Колесников С.И., Савченков М.Ф., Злобин В.И.* Инфекционная заболеваемость в условиях техногенного загрязнения окружающей среды // *Вестник РАМН*. 1996. №8. С. 37–40.
13. *Mayr A., Kohler W.* Kombinierte Mischinfektionen // *Mischinfektionen*. Jena: VEB Gustav Fisher Verlag, 1980. P. 93–110.
14. *Gloster J., Sellers R.F., Donaldson A.I.* Long distance transport of foot-and-mouth disease virus over the sea // *Vet. Rec.* 1982. V. 110. N. 1. P. 47–52.
15. *Bovallius A., Bucht B., Roffey R., Anas P.* Long-range air transmission of bacteria // *Appl. Environ. Microbiol.* 1978. V. 35. N 6. P. 1231–1232.
16. *Hammond G.W., Raddatz R.L., Gelskey D.E.* Impact of atmospheric dispersion and transport of viral aerosols on the epidemiology of influenza // *Rev. Infect. Dis.* 1989. V. 11. N 3. P. 494–497.
17. *Chatigny M.A., Dimmick R.L., Mason C.J.* Atmospheric transport // *Aerobiology. The ecological system approach* / Ed. R.L. Edmonds. Strandsberg (Penn.): Dowden, Hutchinson and Ross, 1979. P. 85–109.
18. *Жизнь микробов в экстремальных условиях.* / Под ред. Д. Кашнера. М.: Мир, 1981. 519 с.
19. *Cox C.S.* The aerobiological pathway of microorganisms. Chichester: J. Wiley&Sons, 1987. 293 p.
20. *Reischl G.P., Majerovich A., Ankilov A. et al.* Comparison of the Novosibirsk automated diffusion battery with Vienna electromobility spectrometer. // *J. Aerosol Sci.* 1991. V. 22. Suppl. 1. P. S325–S331.
21. *А. с. № 851198* Аэрозольный фотоэлектрический анализатор / К.П. Куценюгий, А.Т. Семенов, А.Н. Анкилов и др. – Оpubл. 30.07.81. Бюл. N 28.
22. *Wyers P., Ten Brink E., Brandsma M. et al.* Automated aerosol-denuder system for continuous measurements size distribution of aerosol and determination (NH₄)₂SO₄, H₂SO₄, NH₄NO₃, HNO₃ and NO, NO₂, O₃, SO₂ in atmosphere and aerosols // *J. Aerosol Sci.* 1995. V. 26. Suppl. 1. P. S379.
23. *Vlasenko A.L., Ankilov A.N., Baklanov A.M., Eremenko S.I.* Measurement of ammonium sulphate aerosol concentration // *Aerosol Sci.* 1998. V. 26. Suppl. 1. P. S855–S856.

24. Hennigson E.W., Ahlberg M.S. Evaluation of microbiological aerosol samplers: A review. // *J. Aerosol Sci.* 1994. V. 25. N 8. P. 1459–1492.
25. *Практическая химия белка* / Под ред. А. Дарбе. М.: Мир, 1989. С. 297–298.
26. Аникеев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии. М.: Просвещение, 1977. 128 с.
27. *Вирусология. Методы* / Под ред. Б. Мейхи. М.: Мир, 1998. 344 с.
28. Bruch C.W. Microbes in the upper atmosphere and beyond // *Airborne Microbes. The 17th Symp. Soc. Gen. Microbiol.* / Ed. P.H. Gregory, J.L. Monteith. 1967. P. 345–374.
29. Griffiths W.D., DeCosemo G.A.L. The assessment of bioaerosols: A critical review // *J. Aerosol Sci.* 1994. V. 25. N 8. P. 1425–1458.
30. Bull A.T., Goodfellow M., Slater J.H. Biodiversity as a source of innovation in biotechnology // *Annu. Rev. Microbiol.* 1992. V. 46. P. 219–252.

A.N. Ankilov, A.M. Baklanov, A.I. Borodulin, G.A. Buryak, S.B. Malyshkin, S.E. Olkin, O.V. P'yankov, O.G. P'yankova, A.S. Safatov, A.N. Sergeev. Preliminary Investigation of Biogenic Atmospheric Aerosols in the South of Western Siberia.

Now it is found that atmospheric aerosols have a pronounced effect upon climate and human health. Among them, the aerosols of biological origin are very important. That is why the investigation of biological characteristics of atmospheric aerosols are of primary interest all over the world. In spite of numerous publications in this field, biogenic aerosols are studied insufficiently. Unfortunately, in Siberia the biogenic aerosols, with the except of pollen aerosols, have not been investigated systematically. This paper deals with preliminary investigation of biogenic atmospheric aerosols in the South of West Siberia: bacteria, other microorganisms, as well as biological macromolecules.