

## ПРОБЛЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЧВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В СУДЕБНО-ПОЧВОВЕДЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

Батталов Д.В.<sup>1</sup>, Морозов И.В.<sup>1</sup>, Горовцов А.В.<sup>1,2</sup>, Фалеева Т.Г.<sup>3,4</sup>, Васильченко Н.Г.<sup>1</sup>,  
Шкуропадская К.В.<sup>1</sup>, Боровикова Я.В.<sup>1</sup>, Моисеева Т.С.<sup>5</sup>, Корниенко И.В.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>ФГАОУ ВО «Южный федеральный университет», Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского, Ростов-на-Дону, e-mail: d.battalov@gmail.com;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Донской зональный научно-исследовательский институт сельского хозяйства», Ростов-на-Дону, e-mail: gorovtsov@gmail.com;

<sup>3</sup>Филиал № 2 ФГКУ «111 ГГЦ СМ и КЭ» МО, Ростов-на-Дону, e-mail: ikornienko@yandex.ru;

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: tatiana.fal@mail.ru;

<sup>5</sup>ООО «ЮгТрансТест», Ростов-на-Дону, e-mail: d.battalov@gmail.com

В рамках проведения судебно-почвоведческой экспертизы часто возникают ситуации, когда нет возможности достигнуть высокой точности при установлении принадлежности почвенных образцов к определенной местности. В силу однородности используемых почвенных показателей возможно отнесение образца к очень большим территориям, что снижает ценность получаемой информации. При раскрытии и расследовании преступлений возникает необходимость в решении идентификационной и диагностической задач. Высокая вариабельность почв такова, что не всегда позволяет провести идентификацию почв и привязать их к конкретной территории. В этой ситуации особый интерес представляет поиск новых, более специфических показателей, которые могли бы уточнить идентификацию почвенных образцов. В числе таких показателей – численность и видовой состав почвенных микробных сообществ. В статье рассматриваются перспективы использования спорообразующих бактерий рода *Bacillus*, как наиболее стабильного элемента микробocenозов, в целях судебно-почвоведческой экспертизы, а также проблемы, существующие в данной области.

Ключевые слова: почвы, почвенные наслоения, судебно-почвоведческая экспертиза, криминалистика, микробное сообщество почвы, *Bacillus*.

## THE PROBLEM OF SOIL IDENTIFICATION IN FORENSIC SOIL EXAMINATION WITH THE USE OF MICROBIOLOGICAL METHODS

Battalov D.V.<sup>1</sup>, Morozov I.V.<sup>1</sup>, Gorovtsov A.V.<sup>1,2</sup>, Faleeva T.G.<sup>3,4</sup>, Vasilchenko N.G.<sup>1</sup>,  
Shkuropadskaya K.V.<sup>1</sup>, Borovikova Ya.V.<sup>1</sup>, Moiseeva T.S.<sup>5</sup>, Kornienko I.V.<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>FPAEI HE «Southern Federal University», Academy of biology and biotechnology of D.I. Ivanovsky, Rostov-on-Don, e-mail: d.battalov@gmail.com;

<sup>2</sup>FPBSI «Don zone research institute of agriculture», Rostov-on-Don, e-mail: gorovtsov@gmail.com;

<sup>3</sup>Branch No. 2 of the FSGI «111 MSC MF and CE» MD, Rostov-on-Don, e-mail: ikornienko@yandex.ru;

<sup>4</sup>FSFEI HE NWSMU of I.I. Mechnikov of the Russian Ministry of Health, St. Petersburg, e-mail: tatiana.fal@mail.ru;

<sup>5</sup>LLC «UgTransTest», Rostov-on-Don, e-mail: d.battalov@gmail.com

During the forensic examination of soil, the situations when it is impossible to achieve high accuracy in determining whether the soil samples belong to a specific area emerge quite frequently. Because of the homogeneity of indicators used for soil classification it is only possible to affiliate the sample to a very large area, which reduces the value of the information obtained. In the investigation of crimes there is a need to solve the identification and diagnostic tasks. The high variability of soil makes the identification of soil samples and their affiliation to a particular m to the specific territory. In this situation search of new, more specific indicators which could specify identification of soil samples is of special interest. Among such indicators – the number and specific structure of soil microbial communities. In article the prospects of use the sporogenesis of bacteria of the sort *Bacillus* as stablest element of microbocenoses, for the purpose of a judicial soil science of examination, and also the problems existing in the field are considered territory not always possible. In this situation the search for new, more specific indicators that could clarify the identification of soil samples is of particular interest. The number and species composition of soil microbial communities is among these indicators. This article discusses the prospects for the use of spore-forming bacteria of *Bacillus* genus in forensic examination of soil, as the most stable element of microbial community. The problems that exist in this area are also considered.

Keywords: soils, soil stratifications, forensic soil examination, criminalistics, microbial community of the soil, *Bacillus*.

Исследования почвы как сложной биокосной системы позволяют решать множество задач, имеющих как фундаментальный, так и прикладной характер. Широко известна ведущая роль почвенных исследований в таких отраслях, как сельское хозяйство, геодезия, охрана окружающей среды. Имеются и другие прикладные направления, которые привлекают значительное внимание научного сообщества.

Судебно-экспертное исследование почвенно-геологических объектов, возникшее на стыке криминалистики, общей теории судебной экспертизы, почвоведения, геологии, минералогии, представляет собой новый уровень использования информации о почвенных наслоениях и иных почвенно-геологических объектах, происхождение которых связано с местом происшествия, в раскрытии и расследовании правонарушений [27].

При раскрытии и расследовании преступлений возникает необходимость в исследовании идентификационной и диагностической задач.

Криминалистическая идентификация подразумевает установление тождества по следам-отображателям предполагаемого (исследуемого) объекта объекту, реально оставившему следы. Идентификационные задачи формулируются в виде вопросов о тождестве конкретных объектов, о принадлежности объектов к конкретной группе, об установлении единого источника происхождения объектов, о принадлежности объекта к единому целому, единой массе. В процессе диагностики ставятся задачи, направленные на установление соответствия объекта определенным заранее заданным характеристикам и отнесение его на этом основании к определенному классу, роду, виду [29].

В почвоведении существует ряд физических, химических, физико-химических, морфологических свойств, позволяющих определить традиционные показатели (содержание гумуса, кислотность среды и др.), но вариабельность почв такова, что не всегда возможно по данным свойствам однозначно определить идентичность почв.

Так как почва представляет собой сложный природный объект, характеризующийся высокой пространственно-временной изменчивостью, при судебно-экспертном исследовании объектов почвенного происхождения требуется использование методик смежных естественных наук. Хорошей иллюстрацией этому служат следующие экспертные случаи.

#### *Экспертный случай 1*

Следователем следственного комитета была назначена судебно-почвоведческая экспертиза по уголовному делу по факту убийства. В связи с возникшей необходимостью согласно ч. 4 статьи 21 УПК РФ эксперту была поставлена задача ответить на вопрос о предположительном месте или местах происхождения почвы, которая была обнаружена на предметах одежды и обуви потерпевшей.

В ходе предварительного следствия была проведена судебно-почвоведческая

экспертиза по имеющимся почвенным наслоениям, обнаруженным на предметах одежды потерпевшей. Согласно заключению эксперта на всех предметах одежды и ботинках потерпевшей имелись почвенные наслоения, которые не имели общей родовой и групповой принадлежности с почвой с места происшествия. Почва на одежде и обуви не принадлежала участку места происшествия, ограниченному точками отбора. В рамках следствия возникла необходимость проведения повторной судебно-почвоведческой экспертизы, в том числе по имеющемуся заключению эксперта о результатах химического исследования наслоений на одежде и обуви потерпевшей. При этом на разрешение эксперта поставлен вопрос о предположительном месте или местах происхождения почвы, которая была обнаружена на предметах одежды и обуви потерпевшей.

По итогам экспертизы был проведен анализ ряда почвенных показателей. С учетом необходимости сохранения целостности образца использовались в первую очередь микроскопические методы.

По тем микрочастицам, которые были обнаружены в ходе анализа, с учетом первой экспертизы, где была сделана минералогия, было установлено присутствие двух минералов, которые показывали, что почва, которая была на подошве, должна была находиться в сфере действия постоянных водотоков, то есть испытывала постоянное или длительное периодическое переувлажнение. Были высказаны версии о том, что это должны быть балочные или прибалочные участки. Также были обнаружены микрочастицы, которые показывали, что последним местом контакта с почвой могла быть малоэтажная застройка - с учетом географии, это или частный сектор, или садоводческие товарищества. Также было найдено небольшое количество битума, кирпичная крошка; фрагмент торсы.

Тем не менее полученные данные не позволили существенно сузить зону, где был бы возможен контакт предметов одежды и обуви с почвой.

#### *Экспертный случай 2*

В рамках предварительного расследования по предположительному убийству несовершеннолетней был задержан подозреваемый, у которого был обнаружен топор с почвенными наслоениями. У следователя возник вопрос, можно ли локализовать место сокрытия следов преступления.

В ходе проведенной консультации было установлено, что это чернозем обыкновенный карбонатный, слабогумусированный, выяснено содержание гумуса, азота, фосфора. Было описано физическое состояние предполагаемого участка, где использовался данный топор. Было определено, что почвенные наслоения представляют собой лессовидные суглинки с антропогенными включениями в виде торсы, цемента, микрочастиц кирпичной крошки; что этим топором пользовались или в момент дождя, или сразу после дождя, поскольку почва

была набухшая, прилипла к топору, а после высыхания усела, с образованием трещин усыхания. Было высказано предположение о том, что это должен быть район каких-то садоводческих товариществ, где ведется малоэтажное строительство.

Данные, полученные в ходе консультации, оказались недостаточными для установления предполагаемого места сокрытия преступления, поскольку характеристики почвенных наслоений не позволяли отнести их к каким-либо определенным территориям в силу широкой распространенности обнаруженных признаков и отсутствия образцов сравнения.

Таким образом, использование в экспертизе только методов, принятых в почвоведении (анализ минералогического состава почв, определение цвета, содержания гумуса, химического состава почвы), не позволило однозначно идентифицировать почвенные образцы, полученные экспертом. Привлечение дополнительных показателей на основе биохимических и микробиологических свойств почвы могло бы резко сузить спектр возможных вариантов принадлежности исследуемых почвенных наслоений.

Тем не менее существует ряд ограничений, сокращающих возможности для использования таких дополнительных показателей. Для биохимических показателей (ферментативная активность почв, содержание определенных классов макромолекул и т.д.) основным ограничением является их высокая пространственно-временная вариабельность. В частности, активность почвенных ферментов зависит от многих параметров, включая состояние органического вещества почвы, ее минеральной части, тип землепользования и так далее [37]. Кроме того, при длительном хранении образцов, что характерно для процесса расследования тяжких преступлений, их активность может снижаться непредсказуемым образом, что может затруднить или сделать невозможной интерпретацию результатов. Наконец, для исследования ферментативной активности почв обычно необходимы навески порядка 1-5 г, которые не всегда возможно получить без повреждения вещественных доказательств.

Состояние почвенных микробных сообществ представляется в данном случае более перспективным, особенно если определяется не количественный, а качественный состав микрофлоры образца. Ввиду возможного исчезновения из микробного комплекса бактерий, не способных к образованию спор и длительному анабиозу, наиболее перспективной группой микроорганизмов представляются аэробные спорообразующие бактерии, принадлежащие к порядку *Bacillales*. Выбор данной группы обосновывается следующими их свойствами.

1. Данные бактерии способны образовывать эндоспоры, которые могут сохранять свою жизнеспособность в течение десятков и сотен лет.

2. Данные бактерии широко распространены в почвах всех известных типов [43].
3. Данные бактерии отмечаются не только в верхних горизонтах, но и в нижележащей толще, включая погребенные почвы [7], а также в более глубоких слоях вплоть до глубины 540 см [30]. При этом при продвижении вниз по профилю все остальные группы микроорганизмов постепенно исчезают.
4. Данные бактерии отличаются значительным разнообразием (свыше 200 видов), и видовой состав варьирует не только между разными почвенными типами [18–23], но и между сравнительно близкими участками [4].

Почвенные бактерии рода *Bacillus* достаточно длительное время привлекают внимание ученых, исследующих закономерности распределения микроорганизмов в почве [1; 3; 6; 9; 11; 12; 17–23; 26; 28; 30; 31; 33]. Пионером в области исследований распределения почвенных микроорганизмов (и в частности, рода *Bacillus*) в различных типах почв являлся академик Е.Н. Мишустин [18–23]. Его вклад в становление советской, а затем и российской микробиологии огромен. Во многих трудах Мишустина Е.Н. и других авторов [1; 3; 6; 9; 11; 12; 17–23; 26; 28; 30; 31; 33] неоднократно упоминается огромная роль почвенных бацилл в становлении общего микробоценоза изучаемых почв [17–23; 26; 28]. Основной период изучения данной проблематики приходится на 50-60-е годы XX века. Данные по анализу источников литературы представлены в таблице 1, иллюстрирующей общий вклад аэробных спорообразующих бактерий в микробоценоз различных почв.

Таблица 1

**Доля аэробных спорообразующих бактерий в почвах бывшего СССР**

Тип почвы	Общее число микроорганизмов, тыс/г абс. сухой почвы	Численность бацилл, в тыс/г абс. сухой почвы	Доля бацилл в почве, в % от общего числа	Ссылка
Торфяно-болотная БССР	15940	3604	22,1	[3]
Тундрово-глеевая	2140	15	0,7	[18]
Дерново-глеевая	4467	13,1	0,3	[19]
Дерново-подзолистая	2548	414	16,3	[19]
Дерново-луговая	7122	249	3,5	[22]
Подзолистая	1080	130	12	[18]
Серозем	2860	951	33,3	[19]
Серая лесная	6717	2247	33,5	[17]

Бурая лесная	4490	795	17,7	[18]
Каштановая	3482	675	19,4	[18]
Чернозем	3630	776	21,4	[19]
Луговой чернозем	6490	1667	26	[21]
Чернозем обыкновенный (залежь свыше 12 лет)	6350	1460	23	[21]
Чернозем обыкновенный (лесополоса)	26580	3020	11,4	[21]
Чернозем обыкновенный (пашня)	13375	2270	17	[21]
Чернозем целинный (Луганская область)	4390	1396	32	[21]
Чернозем, Сибирь (залежь)	3300	601	18,2	[12]
Чернозем, Сибирь (окультуренная залежь, 4 года пользования)	7600	2680	35,3	[12]
Южный чернозем (дубрава, свыше 70 лет)	1798	1586	88,3	[30]
Южный чернозем (лесополоса, свыше 40 лет)	1209	914	76	[30]
Южный чернозем (открытый степной с/х участок)	2961	1148	39	[30]
Южный чернозем (между лесополосами, с/х)	3937	2187	55,5	[30]

Данные, представленные в таблице 1, приведены лишь для слоя 5-20 см, хотя в цитируемых работах были исследованы полные почвенные профили. Видно, что доля бактерий в почвах различных типов значительна, и возрастает по мере продвижения с севера на юг. Наименьший вклад микроорганизмов данной группы отмечен для почв северной и средней части бывшего СССР, представленных тундрово-глеевыми и подзолистыми почвами [1; 3; 12; 17; 19; 21; 22; 30]. В южных же почвах доля спорообразующих бактерий очень значительна и достигает в южных черноземах 88%. Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что разные типы землепользования оказывали существенное влияние на долю бактерий в микробном сообществе в рамках одного почвенного типа (39% на открытых участках, 88% под дубравами).

Недавние исследования показали, что в микробном сообществе ненарушенной почвы (чернозем обыкновенный карбонатный) общий вклад бактерий в численность микробиоценозов

составил 25%. В городских же почвах наблюдалось постепенное снижение доли бацилл с усилением уровня антропогенной нагрузки (данные получены при исследовании целинного чернозема Щепкинского заказника, примыкающего к северной границе города, а также антропогенно преобразованных почв г. Ростова-на-Дону). Так, в почвах окраинных районов города доля бацилл составила 5,9% в почвах с растительным покровом и 4,3% без такового. В почвах центральной части города – 1,3% и 0,03% соответственно [5]. Таким образом, в условиях антропогенной трансформации почв наблюдается резкое снижение доли спорообразующих бактерий по сравнению с почвами зональных типов, что может служить важнейшим идентификационным признаком почвенных образцов.

На основе описанных в литературе данных был проведен анализ видового состава бактерий рода *Bacillus* в изученных почвах (таблица 2).

## Встречаемость различных видов бацилл в почвах СССР

Тип почвы / вид <i>Bacillus</i>	<i>Bac. agglomeratus</i>	<i>Bac. adherens</i>	<i>Bac. cereus</i>	<i>Bac. gasificans</i>	<i>Bac. idosus</i>	<i>Bac. megaterium</i>	<i>Bac. mesentericus</i>	<i>Bac. mycoides</i>	<i>Bac. salinus</i>	<i>Bac. subtilis</i>	<i>Bac. virgulus</i>	Ссылка
Тундрово-глебовая	Д											[18]
Глеево-подзолистая	Д		С/Д								С/Д	[18]
Целинные торфяно-болотные почвы Белоруссии	С/Д		Д		С/Д	Д	С/Д	Р				[11]
Торфяно-болотные почвы Центральной Барабы			Д			С/Д		Р	С/Д			[11]
Окультуренные торфяно-болотные почвы						С/Д	Д	Р		С/Д		[11]
Бурая почва					С/Д	Д	Р			С/Д		[18]
Коричневая выщелоченная			Р		С/Д	Д	Р	Р				[28]
Серо-коричневая почва			Р		С/Д	Д	С/Д					[28]
Целинные сероземы					Д		С/Д					[26]
Светлый целинный серозем			С/Д		Р	С/Д	Д					[26]
Окультуренные сероземы			С/Д		С/Д	С/Д	Д					[26]
Сероземная солонцевато-осолодевшая			Р		С/Д	Д	С/Д					[26]
Солонцеватые		Д		С/Д		С/Д	С/Д					[18]
Лугово-солонцовая		С/Д	С/Д		Д	С/Д	Р					[1]
Горнолесные желтоземы			Р		С/Д	Д	Р	Р				[28]
Желтоземно-подзолистая, сильнооподзоленная			Р		С/Д	Д	С/Д	Р				[28]
Красноземная почва (целина)	Р		С/Д		С/Д	Р	Д	Р				[6]
Красноземная почва (окультуренная)	Р		Д		С/Д	Р	С/Д	Р				[6]
Целинные полупустынные каменистые почвы			С/Д			Д	С/Д					[33]



Окультуренные полупустынные каменистые почвы	Р		С/Д		Р	С/Д	Д	Р		Р		[33]
Сухостепные почвы					С/Д	Д	С/Д					[18]
Целинные темно-каштановые почвы	Р		Р		Д	С/Д	С/Д					[20]
Окультуренные темно-каштановые почвы					С/Д	Д	С/Д					[9]
Светло-каштановые	Р		Р		Д	С/Д				С/Д		[19]
Дерново-луговая (целина)	Д		Р		С/Д	С/Д	Р	Р				[22]
Дерново-луговая (пашня)	Д		Р		С/Д	С/Д	С/Д	Р		С/Д		[22]
Чернозем, залежь			Р		Р	Д	С/Д					[12]
Чернозем, залежь после обработки (4 года пользования)			Р		Р	Д	С/Д					[12]
Чернозем горный (Алатау, Казахстан)	Р		Р		Д	С/Д		Р		Р		[19]
Чернозем малогумусный карбонатный (целина)	С/Д				С/Д	Д	Р					[31]
Чернозем среднегумусный (целина)	Р		С/Д		С/Д	Д	С/Д	Р			Р	[31]
Чернозем среднегумусный карбонатный (старопахотный)			С/Д		С/Д	Д	С/Д	Р			С/Д	[31]
Луговой чернозем	С/Д		Р		Д	С/Д		Р			С/Д	[21]
Чернозем обыкновенный (косимая степь)	С/Д		Р		Д	С/Д		Р				[21]
Чернозем обыкновенный (лесополоса >60 лет)	С/Д		С/Д		Д	С/Д	Р	Р				[21]
Чернозем обыкновенный (пашня)	С/Д		С/Д		Д	С/Д	Р	Р				[21]
Выщелоченный чернозем	Р		С/Д		Д	Д	С/Д	Р			Р	[21]
Чернозем солонцеватый			Р		С/Д	Д	Р	Р				[1]
Тип почвы / вид <i>Bacillus</i>	<i>Bac. agglomeratus</i>	<i>Bac. adherens</i>	<i>Bac. cereus</i>	<i>Bac. gasificans</i>	<i>Bac. idosus</i>	<i>Bac. megaterium</i>	<i>Bac. mesentericus</i>	<i>Bac. mycoides</i>	<i>Bac. salinus</i>	<i>Bac. subtilis</i>	<i>Bac. virgulus</i>	Ссылка

Примечание: Р - редкий, С/Д – субдоминантный вид, Д - доминирующий вид в исследованной почве.

Исходя из данных, представленных в таблице 2, можно отметить следующее: основными видами, которые встречаются практически во всех исследованных типах почв, указываются *Bacillus agglomeratus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus idosus*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus mesentericus*. Чаще всего доминирующими в большинстве из исследованных почв указываются *Bacillus idosus* и *Bacillus megaterium*. К потенциальным индикаторным видам можно отнести *Bacillus mycooides*, поскольку в исследованных почвах он если и встречался, то чаще всего был представлен в очень малом количестве.

Необходимо отметить, что литературные данные, хоть и дают представление о качественном и количественном составе бацилл в разных почвах, но все же они на данный момент становятся все менее актуальными. Если в части определения общей доли спорообразующих бактерий в составе микробного сообщества методология не претерпела значительных изменений и основана на пастеризации почвенной суспензии с уничтожением вегетативных форм и учетом спор (хотя все чаще появляются работы на основе метагеномного анализа почвы, позволяющего учитывать все формы бактерий), то в области анализа видового состава произошли очень значительные изменения.

Многие из представленных в таблице 2 видов на настоящий момент не являются валидными с точки зрения таксономии бактерий. Так, например, вид *Bacillus idosus* вообще не представлен в последних трех изданиях определителя Берджи [36]. То же касается и видов *Bacillus agglomeratus*, *Bacillus virgulus*, *Bacillus gasificans*. Данные виды упоминаются лишь в отечественных источниках и совершенно неизвестны в современной зарубежной литературе и базах данных GenBank, ABIS, PATRICK. О данных представителях также нет ни одного более полного описания и определения, кроме данных, описанных в советской литературе [15; 20]. Кроме того, из состава *Bacillus subtilis* были выведены такие виды, как *Bacillus mojaviensis*, *Bacillus vallismortis*, *Bacillus amyloliquefaciens* и многие другие виды.

В результате нет возможности достоверно выяснить, к каким современным таксонам относятся те виды, которые были определены исследователями 50-60-х годов на основании культурально-морфологических признаков. При этом, насколько известно, с этих времен не было проведено ни одного исследования, сопоставимого по своим масштабам с описанными выше работами акад. Е.Н. Мишустина и других исследователей.

Таким образом, карта распределения видов бацилл по почвенным типам нашей страны с позиций современной микробиологии представляется единым белым пятном с небольшими островками, описанными современными исследователями микробиоценозов почв. Ситуация усугубляется тем, что во многих случаях продолжают использоваться ныне не существующие видовые названия.

К примеру, в ряде работ [2; 24; 25; 32] упомянут *Bacillus idosus*, который, по-видимому, является одним из видов группы *Bacillus subtilis*.

В других работах [38] упомянуты *Bacillus agglomeratus* и *Bacillus virgulus*, которые довольно затруднительно отнести к какому-либо из современных видов. По-видимому, в данном случае для установления видовой принадлежности культур использовались культурально-морфологические признаки и старые определители. В других случаях при описании микрофлоры черноземных почв цитируются данные Е.Н. Мишустина, что подтверждает отсутствие новых данных по данному вопросу [40].

При этом в связи с исследованиями спорообразующих бактерий фокус внимания явно сместился из области описания их роли в микробных сообществах почвы в область биотехнологии, а именно в области ремедиации загрязненных почв [35], защиты растений [8; 13; 42; 45], производства пробиотиков [41] и так далее.

Снижение числа фундаментальных исследований в этой области и перекос в сторону прикладных аспектов связан не только с перспективами получения практических результатов. На наш взгляд, одной из основных причин такого изменения направленности связанных с бациллами исследований является существующая проблема их видовой идентификации. В исследованиях антагонистического или пробиотического действия спорообразующих бактерий обычно используется сравнительно малое число культур, полученных из коллекций микроорганизмов или же идентифицированных самими авторами с применением современных методов. При анализе же почвенных микробных сообществ неизбежно возникает необходимость видовой идентификации большого числа изолятов. Если в 60-е годы учет видов производился визуально, по характерным макроморфологическим признакам, то на современном этапе необходимо выделять чистые культуры и проводить их идентификацию на основании биохимических или молекулярно-генетических признаков [14].

Весьма перспективными также являются исследования, направленные на облегчение и удешевление видовой идентификации микроорганизмов вообще, и представителей рода *Bacillus* в частности.

Такие исследования открывают широкие перспективы для проведения фундаментальных исследований, призванных заполнить возникшие вследствие реклассификации пробелы в знаниях о распределении спорообразующих бактерий в почвах различных типов и климатических зон. Имеют они и практическое применение, поскольку позволяют получить дополнительный надежный диагностический признак для проведения судебно-почвенной экспертизы.

## **Заключение**

Использование в судебно-почвоведческой экспертизе методов почвенной микробиологии является перспективным направлением, позволяющим более точно установить тождественность между образцами почвенных наслоений и образцами сравнения, а использование в данных исследованиях спорообразующих бактерий позволяет преодолеть сложности, возникающие при длительном хранении образцов до проведения экспертизы.

Численность и видовой состав спорообразующих бактерий резко различается в почвах с разными типами землепользования и может служить диагностическим признаком, что хорошо видно на примере доли бацилл в почвах центральной и окраинных частей г. Ростова-на-Дону.

Проблема значительной пространственно-временной изменчивости почвенных микробных сообществ, а также изменений, возникающих при перемешивании почвенного профиля и нарушении естественного сложения почв, до сих пор остается не решенной.

### Список литературы

1. Антипов-Каратаев И.Н. Общие итоги исследований Аршань-Зельменского стационара // Микрофлора почв северной и средней части СССР / И.Н. Антипов-Каратаев; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 301-349.
2. Беззубенкова О.Е., Немова И.С. Особенности микробного состава ризосферы бахчевых культур в различные фенофазы // Естественные и технические науки. – 2015. – № 6 (84). – С. 136-138.
3. Вавуло Ф.П. Микрофлора почв Белорусской ССР // Микрофлора почв северной и средней части СССР / Ф.П. Вавуло; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 114-134.
4. Васильченко Н.Г., Горовцов А.В. Биоразнообразие бактерий рода *Bacillus* в почвах г. Ростова-на-Дону // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой : тезисы докл. VIII Всерос. конф. молодых ученых (Саратов, 26–30 сент. 2016 г.). – Саратов : ООО «Ракурс», 2016. – С. 16.
5. Васильченко Н.Г., Горовцов А.В. Перспективы использования бактерий рода *Bacillus* для биоиндикации городских почв // Стратегия взаимодействия микроорганизмов и растений с окружающей средой : тезисы докл. VIII Всерос. конф. молодых ученых (Саратов, 26–30 сент. 2016 г.). – Саратов : ООО «Ракурс», 2016. – С. 46.
6. Гогоадзе В.Д. Микробиологическая характеристика красноземных почв Грузии // Микрофлора почв южной части СССР / В.Д. Гогоадзе; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 246-263.

7. Горбов С.Н., Горовцов А.В., Безуглова О.С., Вардуни Т.В., Тагивердиев С.С. Биологическая активность запечатанных почв Ростова-на-Дону // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2016. – Т. 18. – № 2 (2). – С. 331-336.
8. Гуревич П.А. Антагонистическая активность некоторых штаммов рода *Bacillus* против фитопатогенных микромицетов / П.А. Гуревич, В.М. Крутьков, Б.П. Струнин и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2012. – № 11. – С. 137-139.
9. Егорова С.В. Микрофлора темно-каштановых почв // Микрофлора почв южной части СССР / С.В. Егорова; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 3-24.
10. Ефремова С.Ю., Мосина Л.В., Алпатова Е.А. Особенности функционирования почвенной микробной компоненты на химически загрязненных территориях // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. - 2013. – Т. 2. – № 09 (13). – С. 14-20.
11. Зименко Т.Г. Микробные ценозы торфяных почв и их функционирование / Т.Г. Зименко, А.С. Самсонова, А.Г. Мисник и др.; под ред. Мишустина Е.Н. – Минск : Наука и техника, 1983. – 181 с.
12. Клевенская И.Л. Микрофлора черноземов Сибири // Микрофлора почв северной и средней части СССР / И.Л. Клевенская; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 250-273.
13. Коптева Т.С., Ерина Н.В., Заикина И.А. Ростостимулирующая активность некоторых представителей рода *Bacillus* филлоплана древесных растений г. Ставрополя // Научный журнал КубГАУ. – 2015. – № 114. – С. 107-116.
14. Коршунов С.О., Горовцов А.В., Фалеева Т.Г., Горбов С.Н., Корниенко И.В. Сравнение биохимического и молекулярно-генетического подходов в идентификации ряда штаммов, изолированных из окружающей среды // Микробиология. – 2014. – Т. 83. – № 4. – С. 451-455.
15. Красильников Н.А. Определитель бактерий и актиномицетов / АН СССР, Ин-т микробиол. – М. ; Л. : Изд-во АН СССР, 1949. – 829 с.
16. Кунанбаев К.К. Сапрофитные микроорганизмы чернозема южного карбонатного под влиянием гербицидов в засушливых условиях Северного Казахстана : дис ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2014. – 113 с.
17. Михтиев С.Я. Микрофлора почв Молдавии // Микрофлора почв северной и средней части СССР / С.Я. Михтиев; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 274-295.
18. Мишустин Е.Н. Ассоциация почвенных микроорганизмов. – М. : Наука, 1975. – 105 с.
19. Мишустин Е.Н. Географический фактор, почвенные типы и их микробное население // Микрофлора почв северной и средней части СССР / под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 3-23.

20. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. – М. : Наука, 1972. – 343 с.
21. Мишустин Е.Н. Микрофлора черноземных почв // Микрофлора почв северной и средней части СССР / Е.Н. Мишустин, В.А. Мирзоева, Е.П. Громько; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 215-249.
22. Мишустин Е.Н. Микрофлора почв Севера СССР // Микрофлора почв северной и средней части СССР / Е.Н. Мишустин, В.А. Мирзоева; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 24-51.
23. Мишустин Е.Н. Ценозы почвенных микроорганизмов // Почвенные организмы как компоненты биогеоценоза / Е.Н. Мишустин; под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1984. – С. 5-24.
24. Мосина Л.В., Алпатов Е.А. Особенности функционирования почвенной микробной компоненты на химически загрязненных территориях // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего. – 2013. – С. 14.
25. Мосина Л.В., Довлетярова Э.А., Петровская П.А. Микробиологическая оценка состояния лесных и лесопарковых экосистем / Л.В. Мосина, Э.А. Довлетярова, П.А. Петровская // Вестник Российского университета дружбы народов. Сер.: Агронимия и животноводство. – 2015. – №. 4.
26. Наумова А.Н. Микрофлора сероземных почв // Микрофлора почв южной части СССР. / под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 25-48.
27. Омелянюк Г.Г. Судебно-почвоведческая экспертиза : монография / под ред. проф. Е.Р. Россинской. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2004. – 624 с.
28. Пакустин А.Г. Микрофлора почв Азербайджана // Микрофлора почв южной части СССР / под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 49-77.
29. Россинская Е.Р. Судебная экспертиза в гражданском, арбитражном, административном и уголовном процессе. – М. : НОРМА, 2006. – 656 с.
30. Самцевич С.А. Микрофлора южного чернозема под лесными насаждениями и в степи // Микрофлора почв северной и средней части СССР / под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 186-213.
31. Теплякова З.Ф. Микробное население почв Казахстана // Микрофлора почв южной части СССР / под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 189-225.
32. Фомина Н.В. Результаты поиска микробиологических показателей оценки состояния агрогенно преобразованных почв (на примере лесных питомников Средней Сибири) // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2008. – № 4.
33. Хачикян Л.А. Микробиологическая характеристика вновь осваиваемых

полупустынных каменистых почв (Киров) Армении // Микрофлора почв южной части СССР / под ред. Е.Н. Мишустина. – М. : Наука, 1966. – С. 78-88.

34. ABIS online - Bacterial identification // ABIS online. - URL: <http://www.tgw1916.net/Bacillus.html> (дата обращения: 11.12.2016).

35. Aceves-Diez A.E., Estrada-Castañeda K.J., Castañeda-Sandoval L.M. Use of *Bacillus thuringiensis* supernatant from a fermentation process to improve bioremediation of chlorpyrifos in contaminated soils // Journal of environmental management. – 2015. - Vol. 157. – P. 213-219.

36. Bergey's Manual of Systematic Bacteriology / Editors: P. Vos, G. Garrity, D. Jones, N.R. Krieg, W. Ludwig, F.A. Rainey, K.-H. Schleifer, W. Whitman // The Firmicutes. – Berlin : Springer. – 2009. - Vol. 3. – 1450 p.

37. Bowles T.M. et al. Soil enzyme activities, microbial communities, and carbon and nitrogen availability in organic agroecosystems across an intensively-managed agricultural landscape / T.M. Bowles et al. // Soil Biology and Biochemistry. – 2014. - Vol. 68. – P. 252-262.

38. Chudinova J.V. Development concept management of flax biological resources / J.V. Chudinova // Journal of International Scientific Publications. – 2014. - Vol. 12. – P. 931-938.

39. GenBank - NIH genetic sequence database // GenBank. - URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/> (дата обращения: 11.12.16).

40. Khodyrev V.P. et al. Distribution of *Bacillus thuringiensis* in the complex of spore-forming bacteria of the genus *Bacillus* Cohn in the soils of the nut-fruit forests of southern Kyrgyzstan // Contemporary Problems of Ecology. – 2009. - Vol. 2, № 3. – P. 169-173.

41. Lefevre M. et al. Probiotic strain *Bacillus subtilis* CU1 stimulates immune system of elderly during common infectious disease period: a randomized, double-blind placebo-controlled study // Immunity & Ageing. – 2015. - Vol. 12, № 1. – P. 1.

42. Nain L. et al. Characterization of multifaceted *Bacillus* sp. RM-2 for its use as plant growth promoting bioinoculant for crops grown in semi arid deserts // Applied soil ecology. – 2012. - Vol. 59. – P. 124-135.

43. Nicholson W.L. Roles of *Bacillus* endospores in the environment // Cellular and Molecular Life Sciences CMLS. – 2002. - Vol. 59, №. 3. – P. 410-416.

44. PATRIC - Microorganism database // PATRIC. - URL: <https://www.patricbrc.org/view/Taxonomy/186817> (дата обращения: 11.12.2016).

45. Wang B. et al. Effects of novel bioorganic fertilizer produced by *Bacillus amyloliquefaciens* W19 on antagonism of *Fusarium* wilt of banana // Biology and fertility of soils. – 2013. - Vol. 49, №. 4. – P. 435-446.