

**РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ В ОБРАЗОВАНИИ  
ГУМУСОВЫХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ****С.А.ГУЛИЕВА****Бакинский Государственный Университет  
rahib\_azeri@hotmail.ru**

*Статья посвящена выяснению роли целлюлозоразрушающих микроорганизмов в образовании гумусовых веществ почвы и участие в этом образовании целлюлозоразлагающей микробиоты в полевых и лабораторных условиях.*

*В лабораторно экспериментальных и полевых условиях установлено, что в бурой лесной и черноземно-карбонатной почве целлюлозоразрушающая биота участвует в разложении растительного опада с получением органического вещества темного цвета. В процессе разложения участвуют целлюлозоразрушающие бактерии из рода *Sorangium cellulosum virescens*, *Sorangium compositum nigrum*, а из микроскопических грибов – *Dematium*, *Stachibotrus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium Aspergillus* и аспорогенные. Выявлена сезонная динамика биоты. Так, миксобактерии одинаково росли в почве в осеннее и зимние сроки отбора. В весенний срок более активно развивались бактерии рода *Sorangium cellulosum virescens**

Химическую природу образования гумусовых веществ в почве начали систематически изучать в первой половине XIX века, но первые работы дали некоторые представления о составе и свойствах гумусовых веществ, но не раскрыли сущности образования и накопления гумуса в почве. И только русские ученые В.В. Докучаев, П.А. Костычев высказали определенное мнение о том, что образование гумусовых веществ тесно связано с рядом природных факторов, важное место среди которых занимают, населяющие почву, живые организмы.

Первым исследователем, установившим участие микроорганизмов в синтезе гумусовых веществ при разложении растительных остатков в почве, был П.А. Костычев (1961). В опытах по разложению растительных остатков в почве, в лабораторных условиях он наблюдал образование темно-окрашенных продуктов разложения при развитии бактерий, грибов на разлагаемой массе. Из этого Костычев сделал вывод, перегнойные вещества темного цвета получают в тех случаях, когда на гнившем веществе появляются грибы; под влиянием одних бактерий образуется бурые или черные вещества. Ученый впервые высказал, что в образовании азотной части гумусовых веществ принимают участие синтезированные белковые соединения бактерий, высвобождаемых после отмирания последних.

За П.А. Костычевым многие авторы пытались выяснить механизм образования гумусовых веществ и участие в нем микроорганизмов, по этому поводу, многие исследователи высказывают разные точки зрения. Так, важное место в

образовании гумусовых веществ отводится темно окрашенным продуктам жизнедеятельности микроорганизмов. Таких веществ у грибов находили Е.Н.Мишутин, С.С.Арагунов и О.М.Пушкинская (1956), Теппер В.В. (1976), Саидонова И.Б. (2004) и др. Темно окрашенные пигменты актиномицетов по своему химическому составу близки к гумусовым веществам почвы. Некоторые авторы ( ) находили в продуктах жизнедеятельности некоторых факультативно-анаэробных бактерий темно окрашенные ароматические вещества типа фенолов, являющиеся составными частями молекулы гуминовой кислоты. Некоторые исследователи (Кононова, 1953, 1967; Мерзаева, 2004, 2005; Покушова и др., 2008) считают, что большая роль в гумусообразовании принадлежит микроорганизмам, участвующим в разложении растительных остатков. Образующиеся при этом в клетках микроорганизмов белки могут входить в состав гумусовых веществ после отмирания микробных клеток.

М.М.Кононова (1953), Л.Г.Мордалева (1999), Е.Н.Мишутин (1953, 1984) и Фере (Fehreus, 1952) большую роль в образовании гумусовых веществ отводят микробным ферментам, которые по мнению авторов, могут активизировать реакцию конденсации белков и их продуктов распада с ароматическими соединениями типа полифенолов в процессе разложения растительных остатков.

Большой интерес представляют работы Каноновой М.М., Александровой (1949), посвященные к выяснению роли целлюлозных миксобактерий в гумусообразовании. В лабораторных опытах авторы наблюдали три стадии развития микроорганизмов в разлагающейся растительной массе. Первая характеризовалась интенсивным разложением грибов и разнообразных сапрофитных бактерий, разлагающих наиболее доступные вещества растительных тканей. В этой стадии авторы не обнаруживали гумусовых веществ. Во второй наблюдалось под микроскопом обильное развитие целлюлозных миксобактерий в тканях разлагающихся растений и появление темноокрашенных включений в местах отмирания этих бактерий. По мнению авторов, эти включения представляют собой гумусовые вещества. Третья стадия разложения характеризовалась обильным развитием грибов, некоторые используют в этот период трудно разлагаемые компоненты тканей и новообразованные гумусовые вещества.

Из разлагающейся массы Кононова и Александрова выделили культуру целлюлозных миксобактерий *Sorangium cellulosum*, с которой были проведены лабораторные опыты. Показано, что при разложении чистой клетчатки эти бактерии гумусовых веществ не образуют. Не были также найдены гумусовые вещества и при автолизе клеток этих бактерий.

Далее Кононова (1949) показала, что в присутствии целлюлозных миксобактерий *Sorangium cellulosum* растворах полуфенола и белкового вещества пептона активизируется реакция конденсации темно окрашенных гумусовых веществ. При этом наиболее активная конденсация этих веществ проходит живыми культурами, чем с культурами, инактивированными при помощи высокой температуры. На основании этого автор считает, что конденсация этих веществ вызывается окислительными ферментами.

Придавая большое значение деятельности микроорганизмов в разложении растительных остатков и образований гумусовых веществ из продуктов распада этих осадков. Покумова (2008) указывают, что размеры накопления

гумуса в почве определяется не одним каким-либо фактором. Они определяются сочетанием многих факторов и условий почвенной среды и, в первую очередь, наличием растительности и микроорганизмов в почве, гидротермическим режимом, также физическими и физико-химическими свойствами почвы.

Из разлагающейся растительной массы Кононова и Александрова выделили целлюлозных миксобактерий *Sorangium cellulosum*, с которой были проведены лабораторные опыты. Показано, что при разложении чистой клетчатки эти бактерии гумусовых веществ не образуют, гумусовые вещества не были обнаружены при автолизе этих бактерий. В результате, по мнению этих авторов, имеет более сложный характер, так как протекает в системе целого ряда других явлений, проходящих при разложении растительных остатков.

### **Объекты и методы исследований**

Опыт проводился на черноземе, слабо оподзоленном в лесу Шемахинском районе. Почва чернозем карбонатный слабооподзоленный тяжело-суглинистый. Лес с преобладанием смешанных деревьев. Листья некоторых растений осенью не опадают, а остаются на дереве сухими до весны. Опыт был заложен 13 апреля 2006 года. Было подобрано 6 площадок размером по 1 м<sup>2</sup> каждая, все площадки очищены от лесной подстилки и растительности. На три площадки уложили собранные с деревьев листья слоем в 15 см, предварительно смочив их дистиллированной водой. Остальные три площадки оставили свободно от опада. Под каждой из площадок на глубине 7 см были заложены 25-40 см диаметром из органического стекла для сбора почвенного раствора. Отбор образцов почвы и листьев для анализов производился поочередно: 13 апреля (перед закладкой опыта) и 30 августа 2007 года . и 13 января 2008 и 19 апреля 2008 г. Почвы брали с глубины 0-7, 7-17 и 17-27 см. Опад (листья на опытных площадках отбирали из верхнего и нижнего слоев. Все образцы отбирались и анализировались в трех повторностях. Придавая большое значение деятельности микроорганизмов в разложении растительных остатков и образованию гумусовых веществ из продуктов разложения микробов.

В последнее время появились работы ученых И.Б.Саидакова, Е.М.Мишустина и других (1965,) Узбек (2007), Н.В. Хвостова (...), в которых на основании лабораторных опытов с соломой, показано, что гумусовые вещества значительно лучше образуются в верхнем слое почвы (0-6) и хуже более глубоких слоях и образовании гумусовых веществ протекают при определенном доступе воздуха.

Нами велись исследования по изучению влияния микроорганизмов на образование гумусовых веществ и участие в этом образовании целлюлозо разлагающей м/в в полевых и микробиоты в лабораторных условиях:

1) установление зависимости между развитием микроорганизмов (целлюлозных и других), разлагающих растительных остатков и образованием гумусовых веществ в почве;

2) показать влияние минерального азота на развитие микроорганизмов, разлагающие растительные остатки и образование ими гумусовых веществ в почве;

Таблица 1

**Развитие микроорганизмов в верхнем слое почвы (0-7 см) и опада листьев при разложении их в черноземе слабоподзоленном лесу (Шемаха), среднее из трех проб**

Микроорганизмы	30.VIII. 2007			23.I.2008			X	1	2	3
	1	2	3	1	2	3				
Бактерии, растущие на МПА	1520	1700	25130	2770	2030	29350		1040	1420	6997
в том числе флюоресцирующие	-	-	-	760	470	21720		166	400	5190
Актиномицеты на КАА	1570	2450	12320	4741	3510	5696		1577	1726	3810
Грибы на сусло агаре	18	20	51	76	61	230		50	11	665
Рост целлюлозоразрушающих бактерий на среде Кадота	128	107	41	114	98	26		78	8	7
Целлюлозные грибы, растущ. на среде Частухина	115	148	16	133	70	71		136	44	39
Полевая влажность в %-х	12 %	13,1	16,	28,8	25,8	69,0		11,7	24,2	10,8
рН почвы	6,7	6,8	6,8	-	-	-		-	6,43	6,35

**Примечание:** 1. Целлюлозные бактерии и грибы показаны в единицах колоний, выросших на среде вокруг комочков почвы и опада.  
 2. Остальные микроорганизмы даются в тыс. на 1 гр почвы  
 Варианты опыта: 1 – почва без опада; 2 – почва с опадом; 3 – опад.

Таблица 2

**Развитие микроорганизмов в верхнем слое почвы (0-7 см) и опада листьев при разложении чернозема обыкновенном.  
(тыс. в одном гр почвы и опаде)**

Почва глубина в ем-ах опад		2007 13.VI. перед за- кладкой опыта		2007 30.VII		2008 23.I		2008 19.IV	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Почва									
над 0,7	1	-		1750	2340	-	-	1780	1560
«—«	2	-		1300	2480	-	-	1200	2050
«—«	3	-		1930	2660	-	-	1970	1300
Возле ... метра 0,7	1	2030		1430	1380	3380	2030	1220	1440
«—« «—«	2	4860		1610	2020	2170	2030	1130	1260
«—« «—«	3	5100		-	-	2760	2030	770	1580
«—« 7-17	1	2416		780	1500	3590	1860	780	1630
«—« «—«	2	3000		150	1720	2080	2020	607	1506
«—« «—«	3	4000		-	-	1430	1680	580	1320
«—« 7-27	1	-		-	-	-	-	675	2140
	2	-		-	-	-	-	650	2750
	3	-		-	-	-	-	700	110
Опад									
Верхний слой	1	1900		-	6600	-	13630	-	880
«-« «-«	2	-		-	880	-	10909	-	13300
«—« «—«	3	-		-	14400	-	1515	-	5600
Нижний слой	1	-		-	16550	-	7090	-	8202
	2	-		-	6400	-	11930	-	7190
	3	-		-	57350	-	69030	-	

Варианты опыта: 1 – почва без опада; - почва с опадом

Таблица 3

**Развитие целлюлозоразрушающих микроорганизмов в течение опыта  
(в единицах)**

Почва (глубина в см.), опад	Повторн-ть образцов	2007 13.IV. перед закладкой опыта		30.VIII 2007		2008 23.I		2008 19.IV	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Почва									
Над лицевым	0-7 см	1	-	70	92	-	-	77	
«—« «---«	“---“	2	-	141	99	-	-	100	41
«----« «----«	“ — ”	3	-	76	93	-	-	91	64
Возле лицевого	0-7 см	1	50	122	114	110	94	86	4
		2	16	135	100	91	84	86	7
		3	17	-	-	141	118	64	15
	7-17 см	1	5	139	67	54	22	41	36
		2	6	141	-	63	44	63	27
		3	1	-	-	27	38	50	27
	17-27	1	-					53	78
		2	-					8	72
		3	-					2	70
Опад									
Верхний слой		1	17		13		25		1
		2			19		17		1
		3			20		6		0
Нижний слой		1			52		12		9
		2			23		44		8
		3			48		21		4

3) установить взаимосвязь между повышением урожайности растений, активизацией микроорганизмов (целлюлозных и других) и повышением содержания гумусовых веществ в почве.

Многочисленные посевы комочками на этих средах в чашках Петри с кругами фильтровальной бумаги. При этом на среде Кагота росли исключительно бактерии, а на среде Частухина – грибы. Это дало возможность учитывать отдельно целлюлозные бактерии и грибы.

Кроме микробиологических анализов, из отобранных образцов почвы выделяли свободную или подвижную гуминовую кислоту по методике М.М.Коновой (1953) и М.А.Панковой (1960). В полученных гуминовых кислотах определяли содержание углерода по Тюрину.

#### **Схема опыта**

Почва без листьев (контроль)

1. Почва + листья, 2 кг на 1 м<sup>2</sup> почвы
2. Почва + листья 2 кг на 1 м<sup>2</sup> + 20 гр аммиачной селитры
3. Почва + листья, 2 кг на 1 м<sup>2</sup> + 200 гр аммиачной селитры.

Опыты проводились на бурой лесной, черноземе, на пашне, на карбонатной почве Шемахинского района.

В отобранных образцах почвы и растительных остатках были произведены микробиологические анализы по учету следующих микроорганизмов:

Бактерии, растущие на мясопептонном агаре (МПА);

- 1) В том числе флюоресцирующие бактерии;
- 2) Актиномицеты, растущие на крахмало-аммиачном агаре;
- 3) Грибы, растущие на сусло-агаре;
- 4) Целлюлозоразрушающие бактерии на среде Кагота (Кагот, 1956);
- 5) Целлюлозоразрушающие грибы, растущие на агаризованной среде Частухина, азотобактер на среде Эшби.

Целлюлозоразрушающую микробиоту определили на агаризованной минеральной среде Гетчинсона следующего состава: K<sub>2</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> – 1,02, CaCl<sub>2</sub>-0,1; MgSO<sub>4</sub> – 0,3; NaCl-0,1; FeCl<sub>2</sub>-0,01; NaNO<sub>3</sub>-2,5 дист.вода 1 л, агар-агар 20 гр.

#### **Обсуждение результатов**

Образования гумусовых веществ под влиянием микроорганизмов в черноземе слабоподзолистой под лесом.

Результаты исследований приводятся в прилагаемых таблицах, по сравнению с почвой, развитие микроорганизмов наблюдалось в опаде листьев. Например: 30 ноября в почве с опадом в слое 0-7 см на 1 грамм сухого веса выявлено 1700 тыс. бактерий, растущих на МПА, а в опаде над этой площадкой – 25130 тысяч; 23 января в почве над опадом (0-7 см) обнаружено бактерий, растущих на КАА 8350 тысяч, а в опаде – 142680 тыс. Такая же картина наблюдалась у актиномицетов и грибов. Если в почве под опадом 19 апреля найдено 1726 тысяч клеток актиномицетов, то в опаде их было 3810 тысяч, а грибов 665 тысяч в опаде.

Заслуживает внимание группа бактерий, растущих на МПА, растущая пигментированные колонии, особенно флюоресцирующие. Колонии состоят из мелких подвижных неспорных палочек, относящиеся к ряду Pseudo-тонная

виду florescens. Численность их в почве по всему количеству бактерий, растущих на МПА, в слое 0-7 см составляла от 16 до 30 %, а в опаде достигала 74-76%. Это свидетельствует о том, что за указанный период разложение опада листьев осуществлялась в основном сетеобразующими бактериями за счет легкоподвижных и доступных форм органических соединений опада, таких как крахмал, сахар, белки и другие усвояемые этими бактериями соединений.

Выявленные нами целлюлозоразрушающие миксобактерии Шемахинском лесу представляют собою миксобактерии из рода *Sorangium*.

В почве они представлены разновидностями: *Sorangium cellulosum virescens* и *Sorangium compositum nigrum*.

Эти миксобактерии более и менее одинаково росли в почве в осенний и зимний сроки отбора. В весенний срок более активно развивались в почве *Sorangium cellulosum virescens*.

Кроме указанных миксобактерий в почве обнаружены в незначительных количествах *Sorangium Mearnata-goseus* и *Sorangium compositum nigrum*.

На разлагающемся опаде в серо-лесной почве состав миксобактерий был таким же, хотя в отмеченные сроки отбора развивались они слабо. В осенний срок отбора в опаде доминирующим являлся *Sorangium compositum nigrum*. Наряду с целлюлозоразрушающими бактериями определили родовой состав грибов, участвующих в разложении целлюлозы.

Целлюлозоразрушающие грибы в почве леса в нашем опыте были представлены следующими родами: *Dematium*, *Stachibotrus*, доминирующий во все сроки отбора; *Fusarium*- в незначительном количестве в осенний период; *Trichoderma* – в значительном количестве в весенний и осенний периоды; *Penicillium Aspergillus* и аспорогенные грибы – в незначительном количестве.

#### **Выводы**

1. В легкоподзоленном черноземе лесном микроорганизмы представлены бактериями, актиномицетами, микроскопическими грибами, целлюлозоразрушающими микроорганизмами.
2. Количество микроорганизмов в опаде в 2 раза больше чем в почве.
3. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы представлены как миксобактерии *Sorangium cellulosum virescens*, *Sorangium compositum nigrum*, *Sorangium mearnata-goseus* и микроскопическими грибами – *Dematium*, *Stachibotrus*, *Fusarium*, *Trichoderma*, *Penicillium Aspergillus* и аспорогенные.
4. Установлено, что целлюлозоразрушающая биота наряду с другими факторами является участниками образования гуминовых веществ в почве.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Абушов Р.А. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы в ризосфере табака. Автореферат канд.дисс., Баку: 1971, 21с.
2. Санданова И.Б. Роль микроорганизмов в деструкции органического вещества растительного опада степной зоны Юго-Восточного Забайкалья // Сб.тезисов, Пушино, 2004, с.160-161.
3. Санданова И.Б. Ферментативная активность микроорганизмов в степных биогеоценозах Юго-Восточного Забайкалья // Журнал актуальной научной конференции, М.: 2006, №4, с.206-207.

4. Узбек И.Х. Целлюлозоразрушающие микроорганизмы как компонент биологического фактора почвообразования. Экология и ноосфера. 2006, т 17, в. 1-2.
5. Хвостов Н.В. Влияние соломы и выделяемых культур на динамику целлюлозоразрушающей активности почвы. Ульяновск: 2002, №1, с.51-61.
6. Пикушова Э.А., Мордалова Л.Г., Бердловская И.В. Изменение целлюлозоразрушающей активности чернозема выщелоченного в агроценозе озимой пшеницы в зависимости от приемов агротехники // Труды Кубанского Гос.Универ-та, 2008, в.431, с. 95-98.
7. Мордлева Л.Г. Активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов на посевах кукурузы // Труды Кубанского Гос.Универ-та, 1999, в.377, с. 125-128.
8. Костычев Л.П., Докучаев К.В. Учение о зонах природы и классификация пыв. Соч., т.6, АН СССР, М.-Л.: 1951, с. 375
9. Мишустин Е.Н. Ассоциации почвенных мицелиоцистов. КН.: Наука, 1975, с. 300.

## **MİKROORQANİZMLƏRİN TORPAQDA HUMUSUN ƏMƏLƏ GƏLMƏSİNDƏ ROLU**

**S.Ə.QULİYEVƏ**

### **XÜLASƏ**

Məqalə torpaqda selülozapaçalayan mikroorqanizmlərin torpaq humusunun əmələ gəlməsində rolu və ayrı-ayrı fizioloji qrup mikroorqanizmlərin bu prosesdə iştirakına həsr edilmişdir.

Çöl və laborator şəraitdə bitki qalıqlarının selülozapaçalayan bakteriya və göbələklərin iştirakı ilə əmələ gələn tünd rəngli kütlənin tərkibi öyrənilmişdir. Bununla yanaşı bitki qalıqlarının parçalanmasında iştirak edən bakteriyalar və mikroskopik göbələklərin cins tərkibi tədqiq edilmişdir. Bakteriyalardan Sorangium cellulosum veriesens, Sorangium cellulosum ochraceus, mikroskonik göbələklərdən Trichoderma, Dematium, Stachybotis cinsləri ayrılmiş və identifikasiya edilmişdir.

## **THE ROLE OF MICROORGANISMS IN THE FORMATION OF HUMIC SUBSTANCES IN SOIL**

**S.A.GULIYEVA**

### **SUMMARY**

The article deals with the study of the role of cellulolytic microorganisms in the formation of humus substances of soil and participation of cellulolytic microbiota in this formation in field and laboratory conditions.

In the experimental laboratory and field conditions it was found out that in the brown forest and chernozem-carbonate soil cellulolytic biota exists in the decomposition of plant litter by obtaining dark-color organic-agency substance. The process of decomposition involves cellulolytic bacteria of the genus Sorangium cellulosum virescens, Sorangium compositum nigrum, and Dematium, Stachibotrus, Fusarium, Trichoderma, Penicillium Aspergillus and asporogenosity from the microscopic fungi. Season dynamics of the biota was revealed as well. Thus, myxobacteria equally grew in soil in autumn-winter period. In spring bacteria of the genus Sorangium cellulosum virescens more actively developed.