

# **Роль ризосферных бактерий в биогеохимической миграции тяжелых металлов, мышьяка и биофильных элементов в техногенных экосистемах**

**Белоголова Г.А.<sup>1</sup>, Гордеева О.Н.<sup>1</sup>**

**Соколова М.Г.<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО  
РАН, г. Иркутск**

**<sup>2</sup>Институт физиологии и биохимии растений СО  
РАН, г. Иркутск**

# Отвалы и остатки мышьякового завода в г. Свирск



## Методика эксперимента

- С/х растения выращены на почвах, отобранных в 10, 100, 500 м от мышьяковых отвалов АМЗ и на условно-фоновых почвах в 15 км от г. Свирска
- Каждая проба почвы разделена на контрольную и опытную. Опытную почву обрабатывали растворами биопрепаратов Азотобактерина, Фосфобактерина и Кремнебактерина, полученных на основе ризобактерий *Azotobacter* и *Bacillus*, разработанных в Томском госуниверситете
- Выращивание растений проводилось в фитотроне Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН
- В растениях и почвах изучены валовые содержания химических элементов, а также содержания их в вытяжке почв этилендиаминтетраацетатом натрия (ЭДТА). Все пробы анализировались атомно-абсорбционным методом



**Сельскохозяйственные  
растения, выращенные  
на фоновых и  
техногенных почвах**

**Условно фоновая  
почва**

**10 м от  
отвалов АМЗ**



Содержания As, Pb, Cd в исходной (контроль) и с добавлением бактерий (опыт) почвах в зоне влияния АМЗ г. Свирск, мг/кг

ПРОБА	As		Pb		Cd	
	ВАЛ	ЭДТА	ВАЛ	ЭДТА	ВАЛ	ЭДТА
<b>10 м КОНТРОЛЬ</b>	3100	246	1260	74,9	5,1	1,7
<b>10 м ОПЫТ</b>	2640	443	2100	115,5	4,7	3,4
<b>ФОН КОНТРОЛЬ</b>	30	2	23	1,4	0,25	0,10
<b>ФОН ОПЫТ</b>	30	2	18	1,2	0,3	0,17
<b>ОДК (ПДК)</b>	10 (2)	–	130 (32)	–	2,0	–

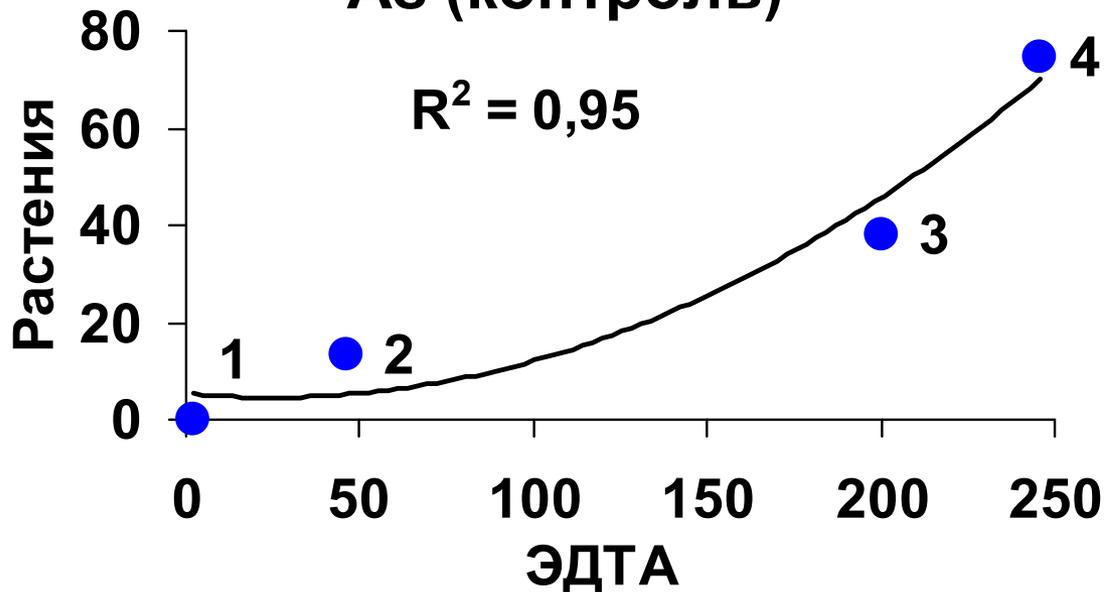
# Содержания химических элементов в растениях (с.в., мг/кг), выращенных на почвах в 10 м от отвалов АМЗ

РАСТЕНИЯ	As	Pb	Cd	Zn	Mn	Fe	P %
<b>КОНТРОЛЬ</b>							
САЛАТ	101	51,1	9,3	325	677	1058	0,97
РЕДИС	79,7	25,3	3,01	345	95,7	450	0,95
ГОРОХ	18,7	5,04	1,11	99,3	116	195	1,45
ГОРОХ КОРЕНЬ	110	27,7	6,18	308	137	549	0,89
ОВЕС	19,2	0,82	0,85	41,1	94,2	51,2	2,20
ОВЕС КОРЕНЬ	120	40,6	1,44	103,5	64,6	746	0,60
<b>ОПЫТ</b>							
САЛАТ	109	62,1	2,98	121	154	1031	1,0
РЕДИС	7,7	1,89	0,25	33,3	21,5	444	1,80
ГОРОХ	11,8	2,90	0,86	73,5	92,3	152	1,43
ГОРОХ КОРЕНЬ	2,28	0,96	0,15	23,6	18,1	86,1	0,99
ОВЕС	14,8	1,71	0,88	36,2	68,8	53,4	1,71
ОВЕС КОРЕНЬ	30,7	8,26	0,85	63,8	17,6	176	0,55
ОБЫЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ	0,2	0,5	0,05	10-25	36-94 овес	43-376 травы	0,35- 1.0

# Содержания химических элементов в растениях (с.в., мг/кг), выращенных на условно-фоновых почвах

РАСТЕНИЯ	As	Pb	Cd	Zn	Mn	Fe	P %
<b>КОНТРОЛЬ</b>							
САЛАТ	0,447	0,35	0,190	16,3	15,8	93,8	0,90
РЕДИС	0,170	0,33	0,280	31,1	11,7	68,9	1,62
ГОРОХ	0,110	0,31	0,016	16,9	14,3	41,5	1,37
ГОРОХ КОРЕНЬ	0,250	0,22	0,020	6,09	6,44	175	0,69
ОВЕС	0,079	0,13	0,029	16,9	9,01	20,7	1,52
ОВЕС КОРЕНЬ	0,082	0,15	0,046	21,0	10,1	36,1	0,97
<b>ОПЫТ</b>							
САЛАТ	0,740	0,38	0,261	18,1	20,5	154	1,4
РЕДИС	0,830	0,51	0,246	26,2	10,7	107	1,28
ГОРОХ	1,120	0,61	0,067	19,5	21,9	73	1,51
ГОРОХ КОРЕНЬ	0,780	0,67	0,052	17,1	15,7	377	1,46
ОВЕС	0,670	0,23	0,049	18,7	11,8	41,9	1,84
ОВЕС КОРЕНЬ	0,70	0,23	0,047	14,4	9,47	69,5	0,68
ОБЫЧНОЕ СОДЕРЖАНИЕ	0,2	0,5	0,05	10-25	36-94 овес	43-376 травы	0,35- 1,0

### As (контроль)

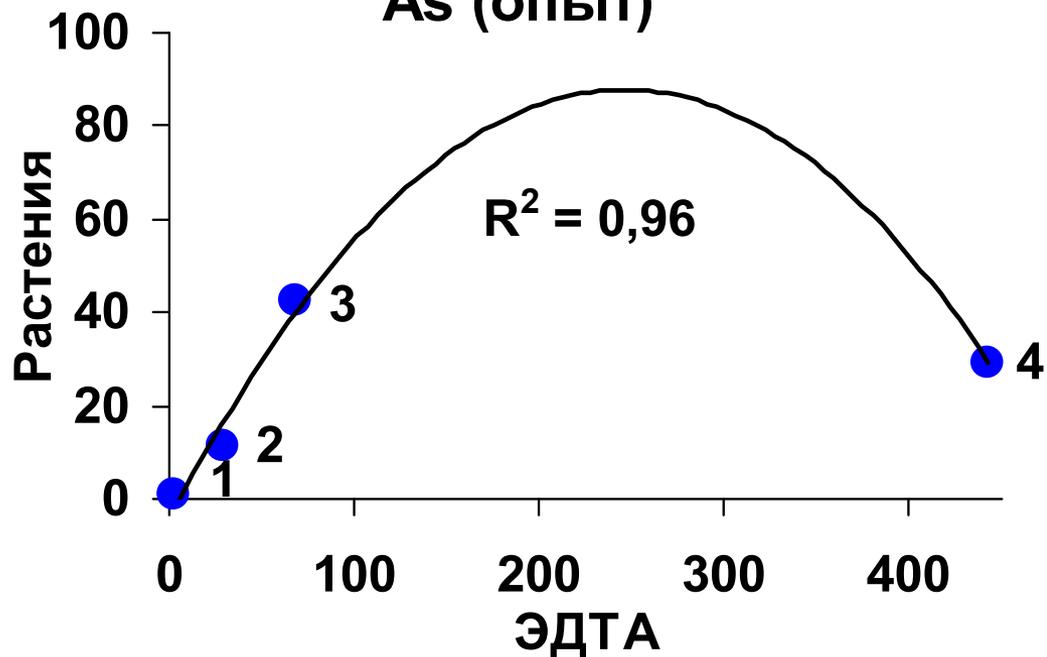


Содержания As в  
растениях и  
ЭДТА-вытяжке  
из почв, мг/кг

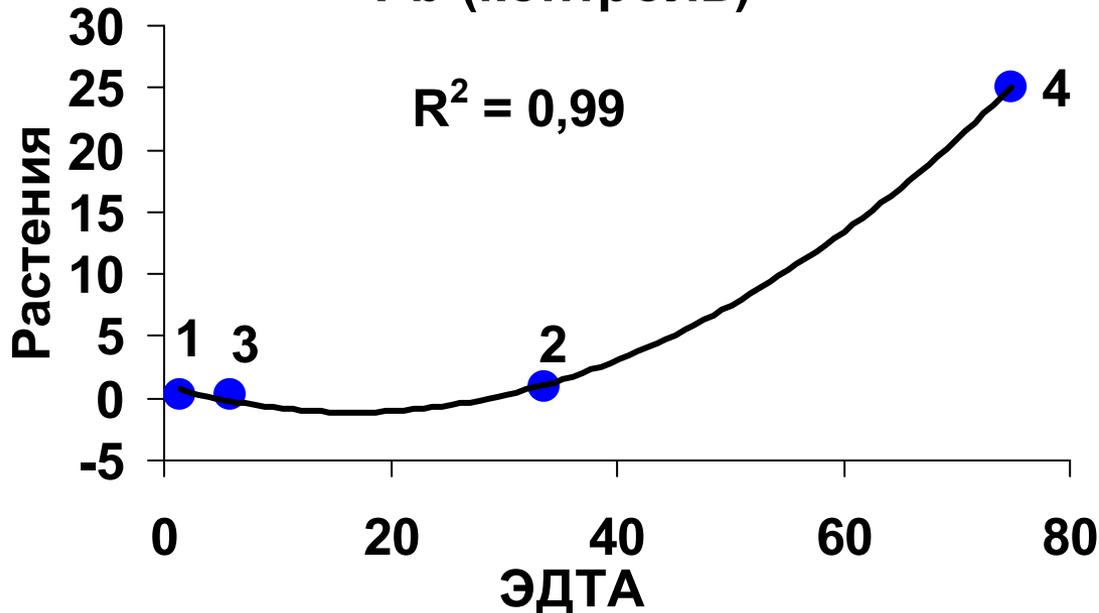
### Участки:

- 1 – условно фоновый
- 2 – 500 м от отвалов
- 3 – 100 м от отвалов
- 4 – 10 м от отвалов

### As (опыт)



### Рb (контроль)

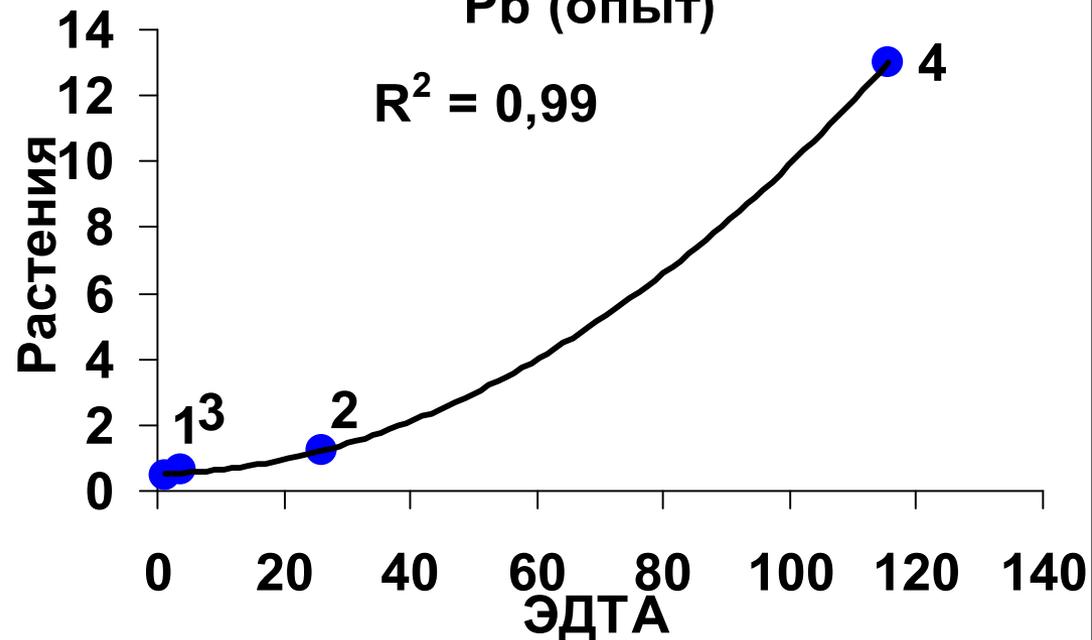


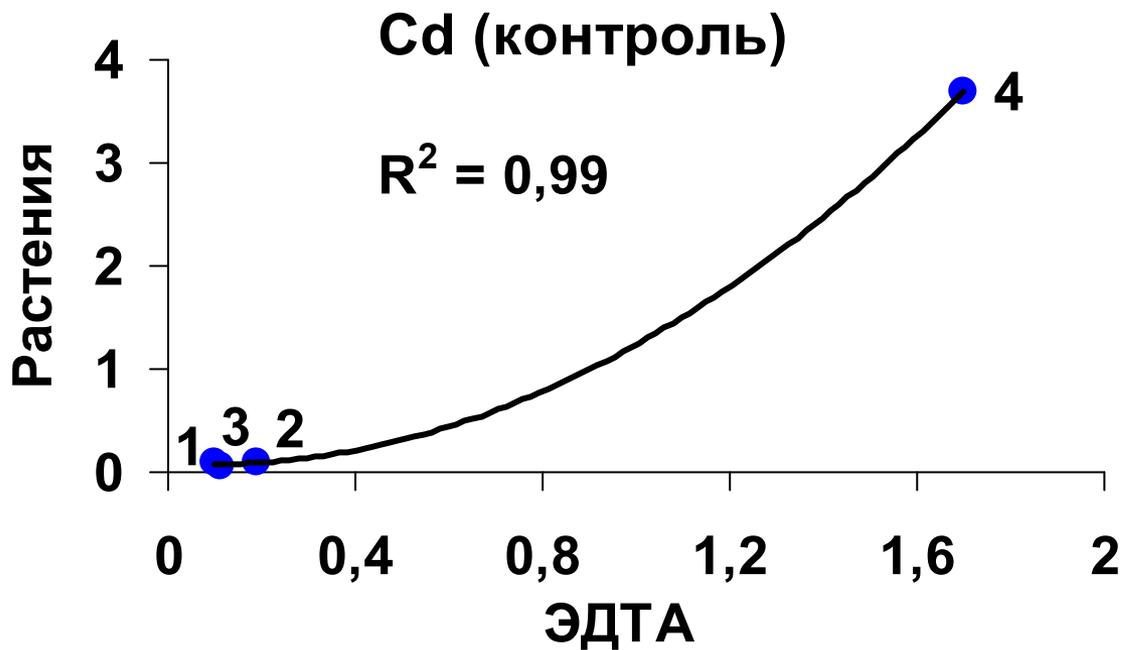
Содержания Рb в  
растениях и  
ЭДТА-вытяжке  
из почв, мг/кг

### Участки:

- 1 – условно фоновый
- 2 – 500 м от отвалов
- 3 – 100 м от отвалов
- 4 – 10 м от отвалов

### Рb (опыт)

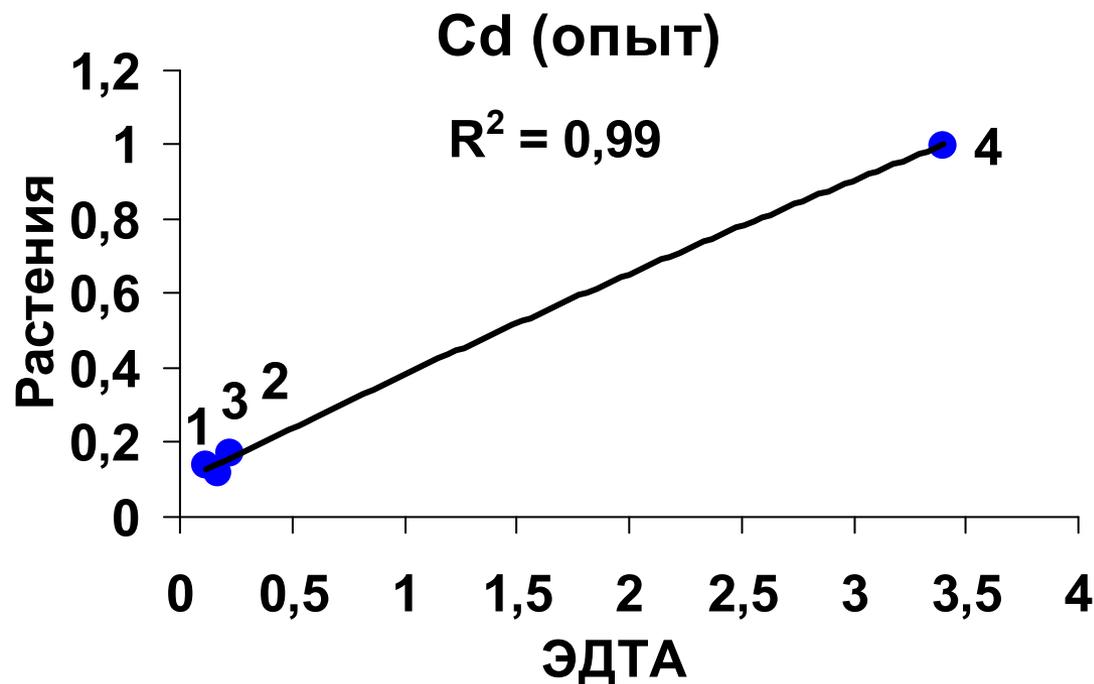


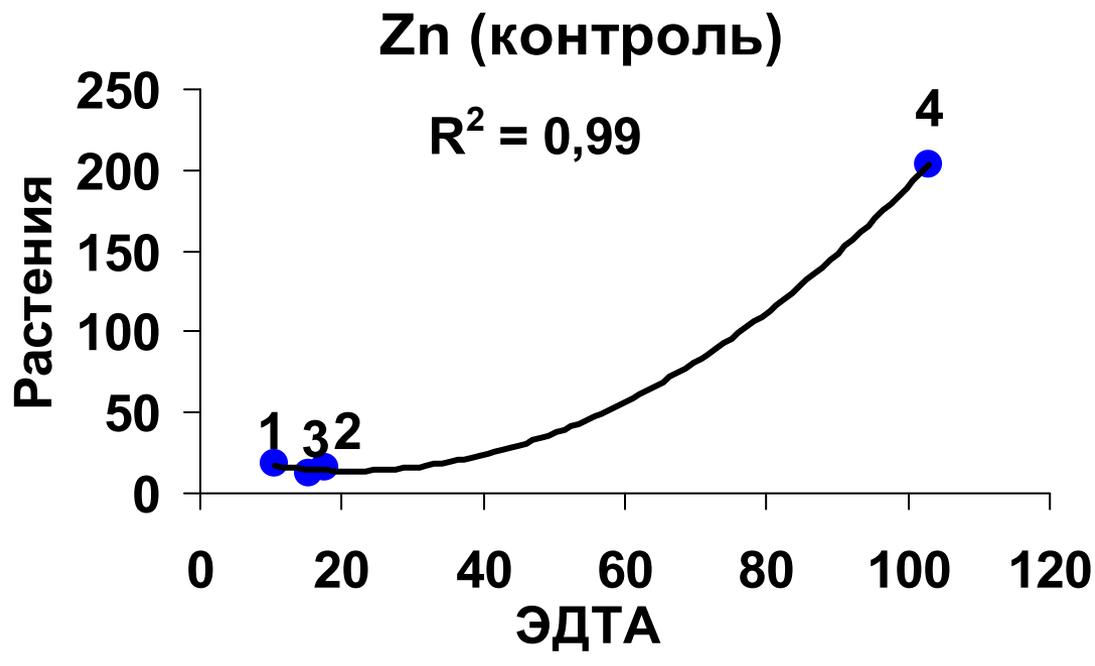


**Содержания Cd в  
растениях и  
ЭДТА-вытяжке  
из почв, мг/кг**

**Участки:**

- 1 – условно фоновый**
- 2 – 500 м от отвалов**
- 3 – 100 м от отвалов**
- 4 – 10 м от отвалов**

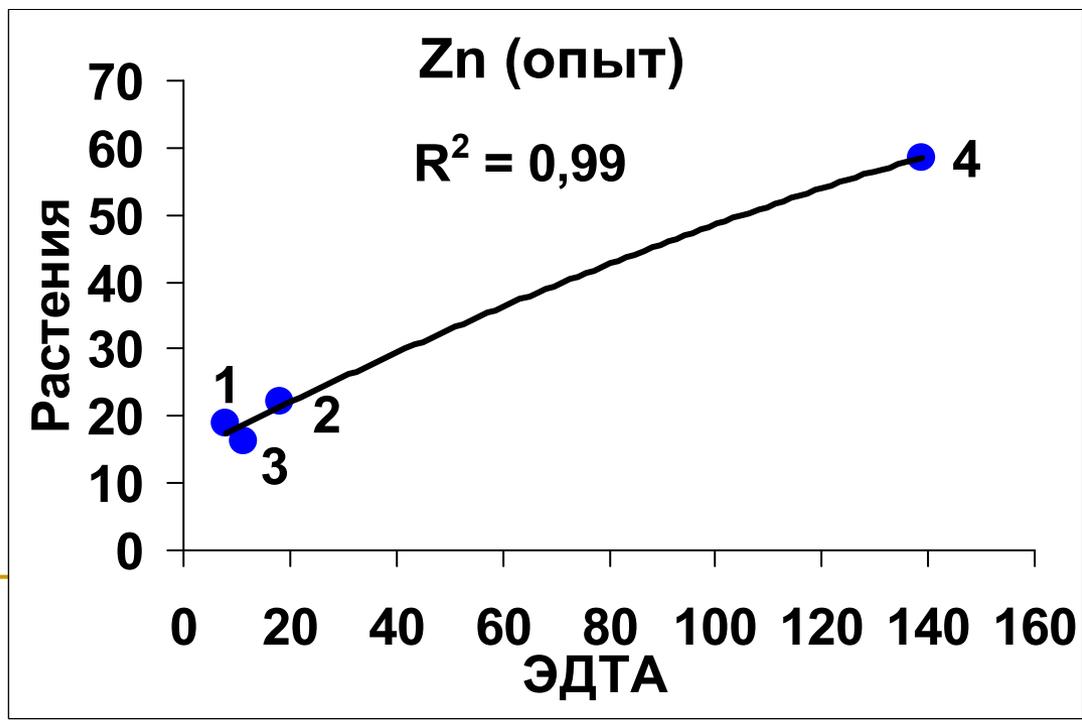


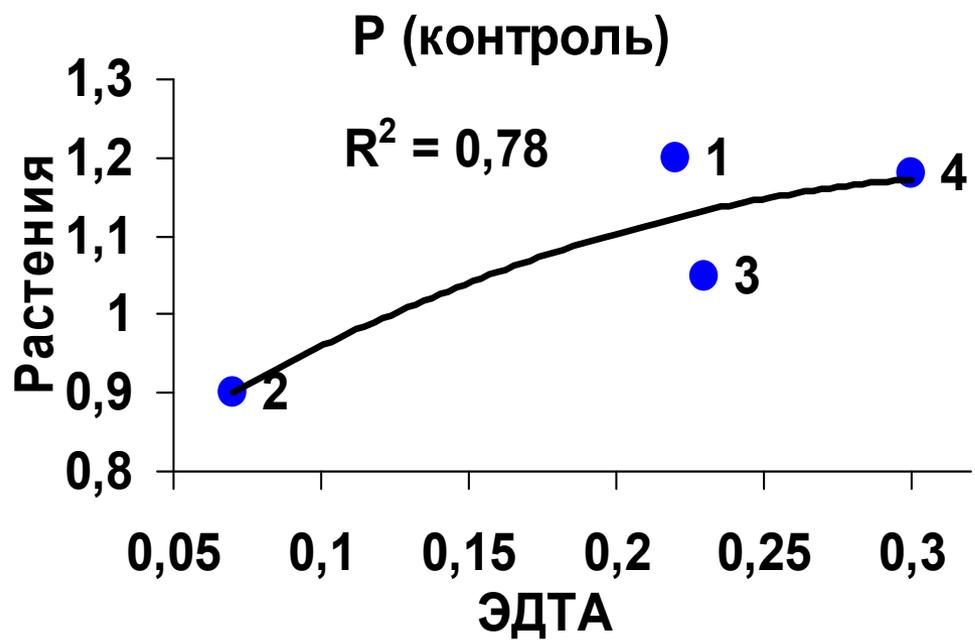


Содержания Zn в  
растениях и  
ЭДТА-вытяжке  
из почв, мг/кг

Участки:

- 1 – условно фоновый
- 2 – 500 м от отвалов
- 3 – 100 м от отвалов
- 4 – 10 м от отвалов

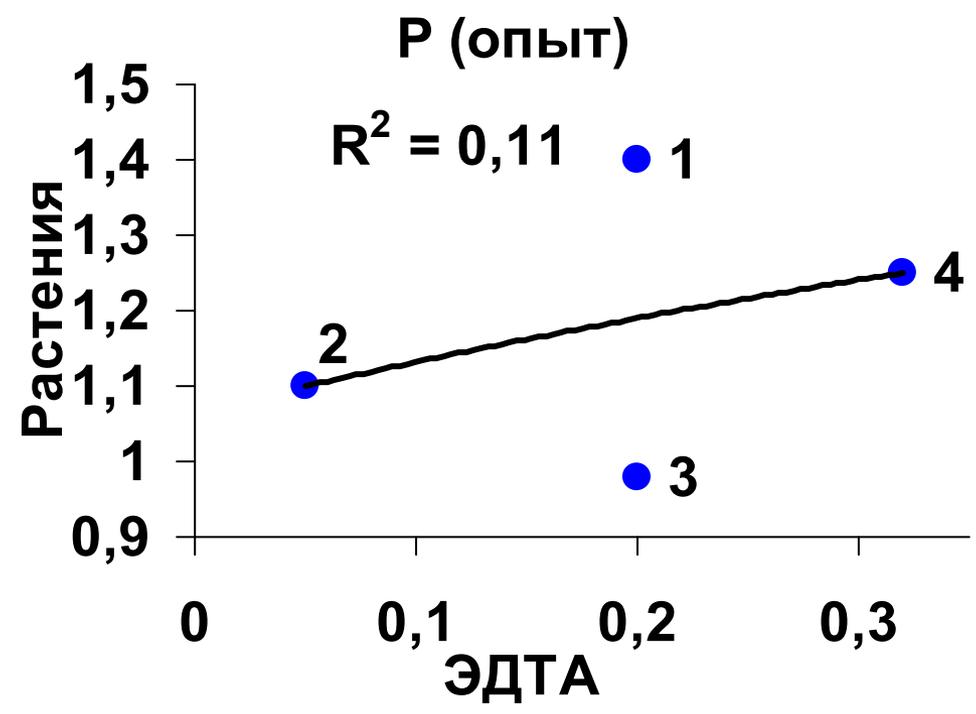




**Содержания Р в растениях и ЭДТА-вытяжке из почв, %**

**Участки:**

- 1 – условно фоновый**
- 2 – 500 м от отвалов**
- 3 – 100 м от отвалов**
- 4 – 10 м от отвалов**



# ВЫВОДЫ

- **Способность ризосферных бактерий влиять на миграцию тяжелых металлов и мышьяка в системе «почва-растение» зависит от степени загрязнения почв тяжелыми металлами и их хелатных форм**
- **В растениях, выращенных на максимально загрязненных почвах, содержания тяжелых металлов в опытном варианте значительно ниже, чем в контрольном**
- **Ризосферные бактерии выполняют защитную функцию, препятствуя поступлению тяжелых металлов и мышьяка в растения из техногенно загрязненных почв, что может иметь большое практическое значение**

*Благодарим за  
ВНИМАНИЕ*

