

УДК 631.42

**ИЗМЕНЕНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ МИКРОБНЫХ И БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ  
ЛЕСНЫХ ВЫРУБОК ХМАО-ЮГРЫ**

© 2015 А.И. Фахрутдинов, Т.Д. Ямпольская

Сургутский государственный университет

Поступила в редакцию 26.05.2015

Проведены исследования по оценке изменений биологических и биохимических показателей лесных почв разного срока самовосстановления лесных вырубок. Изменение водно-воздушного и питательного режима в сочетании с изменениями физико-химических параметров сформировало условия для существенной трансформации микробной и ферментативной активности почв. Показано, что функционирование почвенной системы направлено на стабилизацию плодородия до уровня, характерного для данной почвенно-климатической зоны.

Ключевые слова: *лесная вырубка, почвенные микроорганизмы, почвенные ферменты*

Лесные ресурсы Ханты-Мансийского автономного округа (ХМАО) являются важным элементом экономического и социального благосостояния округа, источником сырья для обеспечения лесной промышленности, обеспечивая экологические, социальные и рекреационные функции, занимающая важнейшее место в жизни коренных и малочисленных народов Севера. На протяжении многих лет лес использовался по прямому назначению – лесозаготовки. С увеличением влияния человека и глобальных экологических процессов на естественные процессы развития лесов увеличиваются площади и количество лесных пожаров и очагов массового размножения вредителей и болезней, происходит ускорение термокарстовых процессов и т.д. При этом леса являются естественным стоком парниковых газов, объемы которых сопоставимы с выбросами промышленности. В настоящее время объемы лесозаготовок несколько снизились, однако нарушение экологического состояния лесов в условиях глобальных изменений климата и их самовосстановление является актуальным вопросом экологии округа [1-3].

**Цель работы:** исследование функциональной активности микробиоценозов и динамики ферментативных процессов почв на участках самовосстановления лесных вырубок.

Для достижения цели поставлена **задача** определения изменений ряда почвенных показателей, численности отдельных групп микроорганизмов и динамики ферментативных процессов нарушенных почв различного возраста восстановления. Для исследований процессов

самовосстановления был выбран участок лесозаготовки Ханты-Мансийского лесничества, расположенного в зоне центральной тайги. На однородном участке площадью около 3 тыс. га, в течение последних ста лет проводилась заготовка древесины с последующей лесной рекультивацией. Опираясь на архивные данные, были определены несколько участков для исследований и отбора образцов: один год после лесозаготовки, двадцать, сорок и шестьдесят лет.

Температура почвенных горизонтов измерялась в момент отбора образцов. Аналитические исследования проводили на свежих образцах почвы. О биологической активности почвы судили по численности физиологических групп микроорганизмов: общее микробное число, мицелиальные грибы, дрожжи и анаэробные бактерии [4]. Биохимическая активность почв оценивалась по каталазе, дегидрогеназе, уреазе и протеазе [5]. Нарушение верхних горизонтов почвы вследствие воздействия тяжелой гусеничной техники и процессы рекультивации привели к изменению физических параметров почвы. Температура почвы по отношению к контрольной динамике во всех остальных случаях была выше по причине отсутствия экранирующего действия лесного покрова (рис. 1). Со временем данный показатель стабилизируется и стремится к контрольному значению.

По тем же причинам, а именно – разрушение верхнего слоя и отсутствие лесного полога, происходит изменение влажности (рис. 2). На протяжении первых двадцати лет восстановления происходит уменьшение содержания почвенной влаги, особенно на глубине 20-50 см. В последующем происходит стабилизация данного показателя, однако наибольшая влажность через 60 лет наблюдается в органогенном горизонте (до 20 см).

Состояние физико-химических параметров нарушенной и ненарушенной почвы позволяет

*Фахрутдинов Айвар Инталович, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии. E-mail: fachrutdinov\_a\_i@mail.ru*

*Ямпольская Татьяна Даниловна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии. E-mail: yampolska0105@mail.ru*

увидеть глубину изменений в почвенной системе (рис. 3). В результате механического воздействия – разрушения и перемешивания верхнего слоя, наблюдается увеличение коллоидной ёмкости (особенно в верхнем горизонте) почвенных агрегатов.

При этом резко снижается значение гидролитической кислотности (свободный Н), что является следствием усиления промывного режима нарушенных почв (снижение до 40 см) (рис. 4).

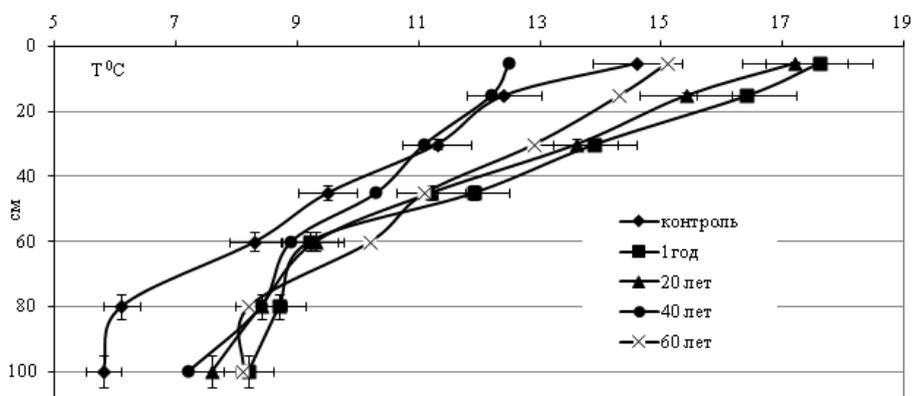


Рис. 1. Изменение температуры почвы на различных этапах самовосстановления леса

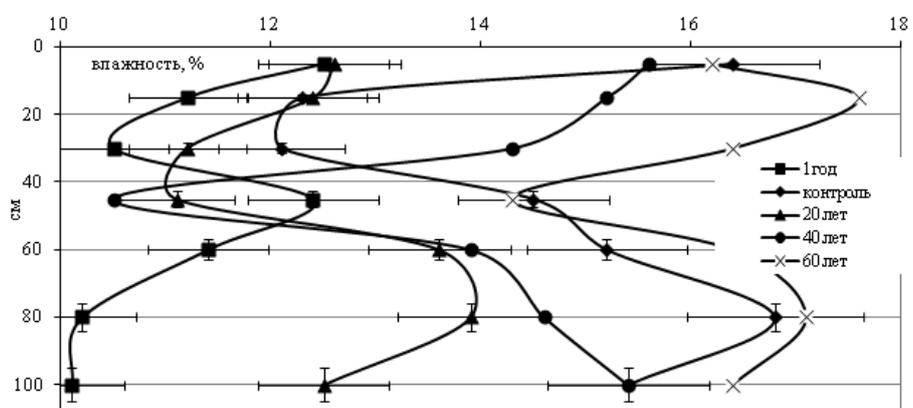


Рис. 2. Изменение влажности почвы на различных этапах самовосстановления леса

Представленные изменения физических и физико-химических процессов нашли свое яркое отражение в микробиологических параметрах. Изменение водно-воздушного и питательного режима привело к резкому увеличению численности почвенного микробоценоза на всех исследуемых участках по всему горизонту почвы (рис. 5). Те же причины привели к уменьшению активности анаэробной микрофлоры, однако, с постепенным

приближением к контрольным значениям (рис. 6). Микроскопические грибы, обладающие более сильной деструктивной способностью, наибольшие значения показали через год после вырубki леса в связи с поступлением большого количества органики (рис.7.). Однако в последующем, вследствие стабилизации питательного режима, активность микроскопических грибов уменьшается при наибольшей их численности на глубине 20-30 см.

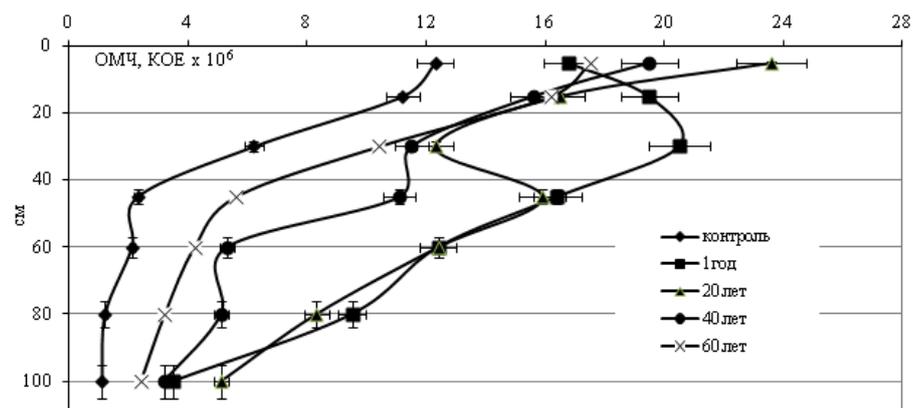


Рис. 3. Изменение суммы обменных оснований почвы на различных этапах самовосстановления леса

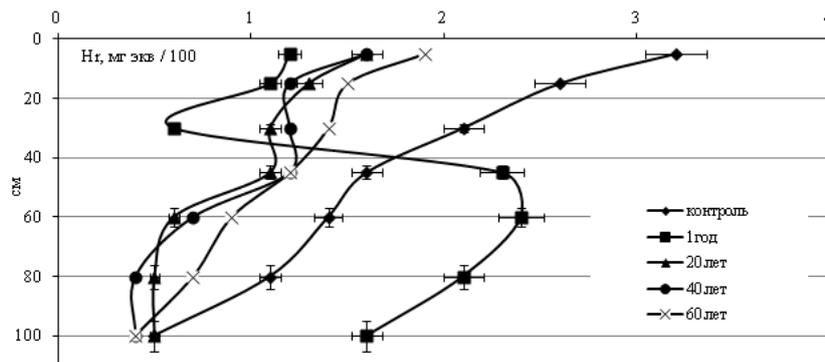


Рис. 4. Изменение гидролитической кислотности почвы на различных этапах самовосстановления леса

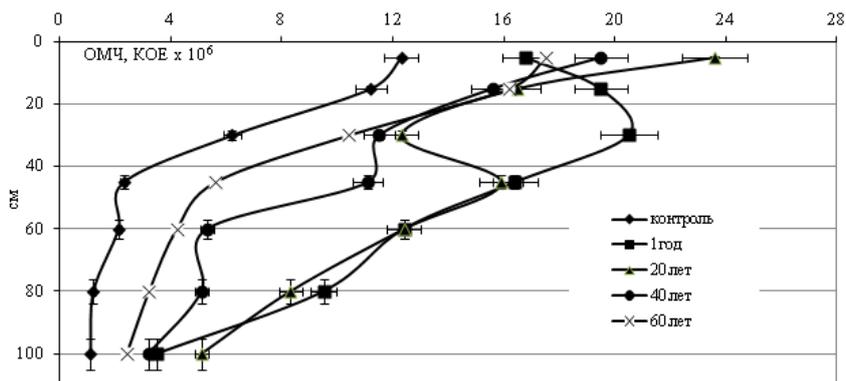


Рис. 5. Изменение общей численности микроорганизмов почвы на различных этапах самовосстановления леса

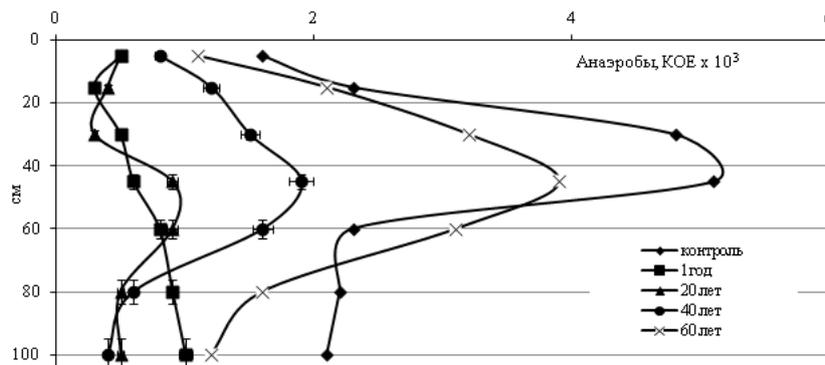


Рис. 6. Изменение численности факультативных микроорганизмов почвы на различных этапах самовосстановления леса

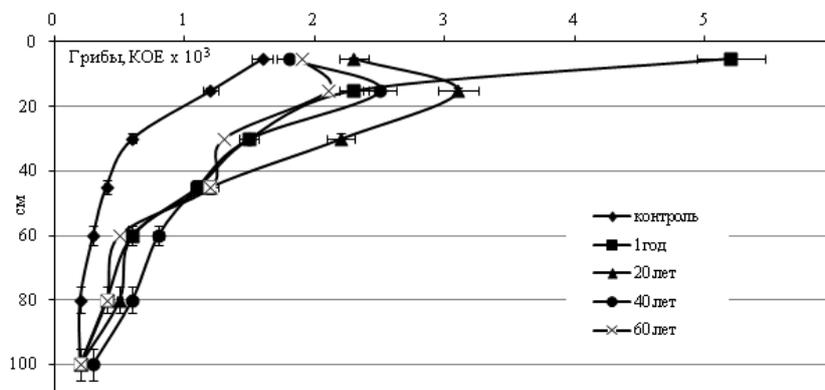


Рис. 7. Изменение численности микроскопических грибов почвы на различных этапах самовосстановления леса

Почвенные дрожжи так же в значительной степени отозвались на изменение режимов почвы и проявили высокую активность на всех участках исследования вне зависимости от возраста, что является следствием физиологических особенностей данной группы организмов (выступают как аэробы и анаэробы) (рис. 8). Состояние почвенных систем можно оценивать через активность ряда опорных ферментов, динамика которых находится в зависимости от биологической активности и режимов почв.

Активность каталазы позволяет судить об интенсивности процессов жизнедеятельности в почвенной системе. Наиболее яркая динамика наблюдается в первый год после вырубki леса, что подтверждает высокую биологическую активность, отмеченную ранее (рис. 9). В последующем динамика стабилизируется, но наибольшая активность определяется в зоне развития новой корневой системы, т.е. на глубине 20-40 см.

Дегидрогеназы используют как субстраты дегидрирования (отнимается Н) различные углеводы, органические кислоты, гуминовые кислоты и т.д., то есть все то, чем так богата трансформированная почва лесозаготовок (рис. 10). Вне зависимости от возраста участка наибольшее значение отмечается на глубине 20 см.

Уреаза – фермент азотного обмена, насыщающий почву аммиаком и углекислым газом (рис. 11). Уреаза как фермент показал высокие значения в первые годы после вырубki и стабилизацию в последующие годы со стремлением к контрольным значениям.

Протеазы катализируют расщепление белковых веществ, поэтому их активность является так же значимым показателем в процессах самовосстановления нарушенных лесных участков (рис. 12.). Начиная с глубины 20 см активность протеазы уменьшается.

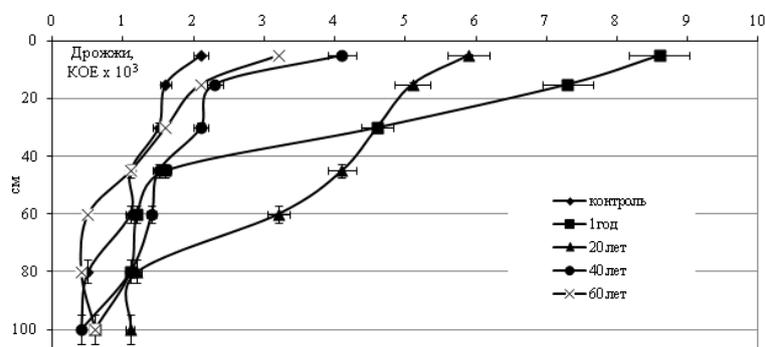


Рис. 8. Изменение численности почвенных дрожжей на различных этапах самовосстановления леса

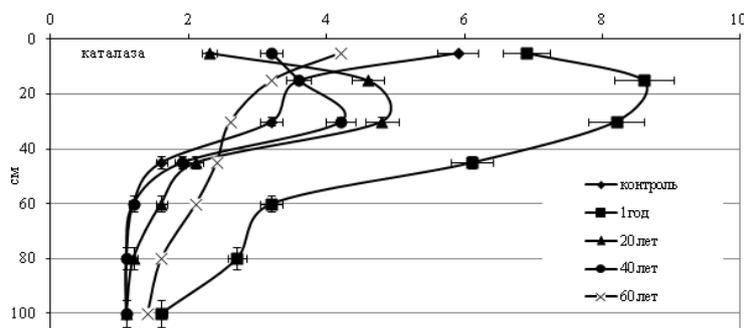


Рис. 9. Каталазная активность почвы на различных этапах самовосстановления леса

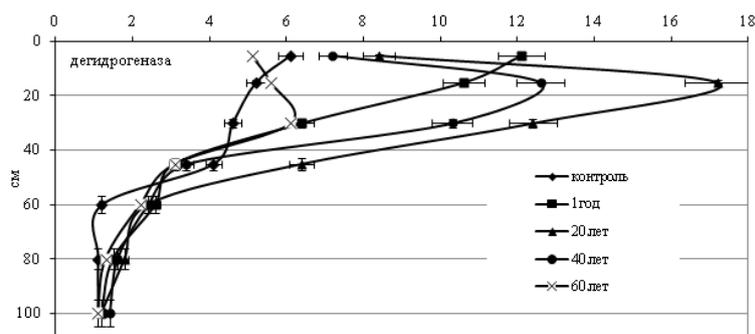


Рис. 10. Дегидрогеназная активность почвы на различных этапах самовосстановления леса

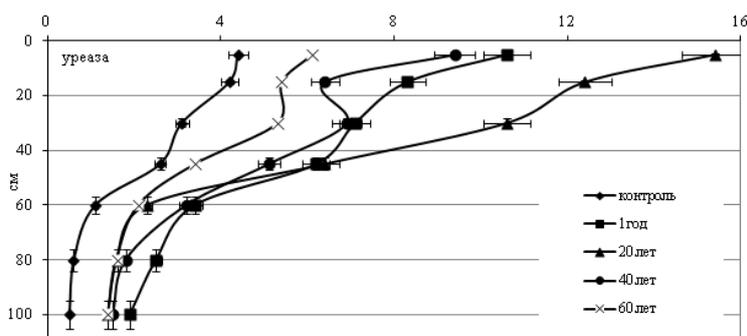


Рис. 11. Уреазная активность почвы на различных этапах самовосстановления леса

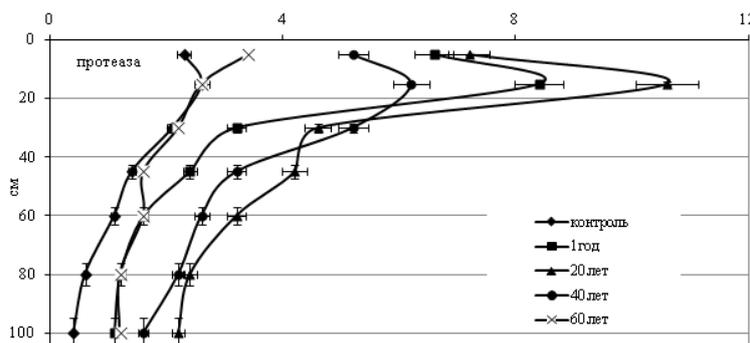


Рис. 12. Протеазная активность почвы на различных этапах самовосстановления леса

Проведенный корреляционный анализ показал высокую зависимость всех групп микроорганизмов от температуры почвенного горизонта, что очевидно связано с увеличением солнечной инсоляции на открытых участках (табл. 1). Оценка

взаимосвязи микробной и ферментативной активности показал высокие корреляции на 40 и 60 годы самовосстановления. Наиболее значимые показатели выявлены с группами микроскопических грибов почвенных дрожжей.

Таблица 1. Корреляционные зависимости активности групп микроорганизмов, физических параметров и почвенных ферментов

	контроль	1 год	20 лет	40 лет	60 лет	Параметр
ОМЧ	<b>0,93</b>	<b>0,80</b>	<b>0,89</b>	<b>0,97</b>	<b>0,96</b>	температура
	-0,32	0,49	-0,25	0,10	0,25	влажность
анаэробы	0,04	-0,92	-0,38	0,35	0,04	температура
	-0,54	-0,51	0,11	-0,76	-0,57	влажность
микроскопические грибы	<b>0,93</b>	<b>0,89</b>	<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,96</b>	температура
	-0,16	0,65	-0,42	0,17	0,07	влажность
почвенные дрожжи	<b>0,99</b>	<b>0,97</b>	<b>0,95</b>	<b>0,89</b>	<b>0,93</b>	температура
	-0,34	0,45	-0,48	0,24	0,06	влажность
ОМЧ	<b>0,95</b>	<b>0,96</b>	0,36	<b>0,79</b>	<b>0,95</b>	каталаза
	<b>0,88</b>	0,71	0,54	<b>0,75</b>	<b>0,87</b>	дегидрогеназа
анаэробы	-0,19	-0,98	-0,55	0,27	-0,12	каталаза
	0,22	-0,85	-0,50	0,24	0,18	дегидрогеназа
микроскопические грибы	<b>0,97</b>	0,61	<b>0,87</b>	<b>0,85</b>	<b>0,91</b>	каталаза
	<b>0,87</b>	<b>0,91</b>	<b>0,97</b>	<b>0,93</b>	<b>0,89</b>	дегидрогеназа
почвенные дрожжи	<b>0,92</b>	<b>0,80</b>	0,68	0,69	<b>0,97</b>	каталаза
	<b>0,91</b>	<b>1,00</b>	<b>0,78</b>	0,60	<b>0,80</b>	дегидрогеназа
ОМЧ	<b>0,93</b>	<b>0,82</b>	<b>0,85</b>	<b>0,96</b>	<b>0,95</b>	уреаза
	<b>0,91</b>	0,67	0,70	<b>0,89</b>	<b>0,97</b>	протеаза
анаэробы	0,12	-0,89	-0,43	0,29	0,04	уреаза
	0,13	-0,87	-0,35	0,28	-0,21	протеаза
микроскопические грибы	<b>0,91</b>	<b>0,90</b>	<b>0,93</b>	<b>0,82</b>	<b>0,95</b>	уреаза
	<b>0,85</b>	<b>0,77</b>	<b>0,93</b>	<b>0,97</b>	<b>0,89</b>	протеаза
почвенные дрожжи	<b>0,94</b>	<b>0,93</b>	<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,93</b>	уреаза
	<b>0,93</b>	<b>0,94</b>	<b>0,79</b>	<b>0,78</b>	<b>0,98</b>	протеаза

**Выводы:**

1. Механическое воздействие приводит к формированию нового почвенно-поглощающего комплекса, стабилизация показателей которого происходит на протяжении всего периода наблюдений.

2. Изменение численности эколого-трофических групп почвенных микроорганизмов является прямым следствием изменения режимов местообитания, восстановление во времени и по почвенному профилю зависит от их физиологических особенностей.

3. Динамика исследованных ферментативных процессов почв наиболее полно отражает процессы трансформационного преобразования и формирования новой почвенной системы в совокупности с другими факторами почвообразования.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:**

1. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2010 году / Департамент экологии ХМАО – Югры, «НПЦ Мониторинг», ООО «Принт-Класс», 2011. 128 с.
2. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2011 году / Департамент экологии ХМАО– Югры, издание, ООО «Печатное дело», 2012. 138 с.
3. Доклад об экологической ситуации в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре в 2012 году / Департамент экологии ХМАО– Югры, ООО «Печатное дело», 2013. 177 с.
4. Методы почвенной микробиологии и биохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1991. 304 с.
5. Хазиев, Ф.Г. Методы почвенной энзимологии. – М.: Наука, 2005. 252 с.

**CHANGES IN SEPARATE MICROBIAL AND BIOCHEMICAL INDICATORS OF FOREST CUTTING SOILS IN KHMAO-YUGRA**

© 2015 A.I. Fakhruddinov, T.D. Yampolskaya

Surgut State University

Researches on the estimation of changes of forest soils biological and biochemical indicators of different term of self-restoration of forest cuttings are conducted. Change of water-air and nutritious mode in combination with changes of physical and chemical parameters created conditions for essential transformation of microbic and fermentative activity of soils. It is shown that functioning of soil system is directed on stabilization of fertility to level, characteristic for this soil and climatic zone.

Key words: *forest cutting down, soil microorganisms, soil enzymes*

---

*Ayvar Fakhruddinov, Candidate of Biology, Associate Professor at the Microbiology Department. E-mail: fakhruddinov\_a\_i@mail.ru; Tatiana Yampolskaya, Candidate of Biology, Associate Professor at the Microbiology Department. E-mail: yampolska0105@mail.ru*