



4. БИОЛОГИЯ ЛЕСА. ЭКОЛОГИЯ. ЛЕСНАЯ РАДИОЭКОЛОГИЯ

УДК 519.240: 630.114.68

РЕГРЕССИОННЫЕ МОДЕЛИ ВЗАИМОСВЯЗИ МИКРОБНОЙ БИОМАССЫ И АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВ ДУБРОВ БЕЛОВЕЖСКОЙ ПУЩИ

Антоник М.И., Ефремов А.Л.

*Белорусский государственный технологический университет,
(г. Минск, Беларусь)*

ВВЕДЕНИЕ

Фитоценозы дубрав Беловежской Пущи в основном сформировались в относительно естественных условиях денудационной моренной равнины с двучленными и многочленными, с различной глубиной залегания суглинистой морены, почвами буроземного процесса – от типичного, свойственного почвам Центральной Европы, до переходного к подзолисту [7, 8]. Уровень ферментативной активности почв в составе экологических факторов во многом определяется жизнедеятельностью почвенных микроорганизмов, педофауны и высших растений. Многие авторы указывают на отсутствие корреляции численности микроорганизмов с активностью некоторых ферментов. В то же время ряд исследователей отмечают положительную коррелятивную связь численности микроорганизмов с определенными ферментами: с инвертазой, с уреазой [1]. С применением комплекс-

ных микробиологических и биохимических подходов обнаружена взаимосвязь активности ферментов с интенсивностью биогенных процессов, с составом и численностью микроорганизмов, с содержанием органического вещества и биофильных элементов [2].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований послужили дерново-подзолистые и бурые лесные почвы дубовых насаждений (кисличных, орляковых, черничных, снытевых, папоротниковых и крапивных типов) Королево-Мостовского лесничества ГПУ НП «Беловежская Пуца».

Агрохимические свойства оценивали по содержанию углерода органического вещества в лесных подстилках по Никитину, в почвенных горизонтах гумуса по Тюрину, общего азота по Кьельдалю, валового фосфора по Шерману, легкогидролизуемого азота по Корнфилду, подвижного фосфора по Кирсанову, гранулометрический состав по Качинскому. Численность бактерий, длину мицелия микроскопических грибов определяли прямыми микроскопическими методами. Бактериальную и грибную биомассу рассчитывали, исходя из удельного веса бактериальной клетки, равного $1,08 \text{ г/см}^3$ и объема $0,1 \text{ мкм}^3$. Если содержание воды в бактериальной клетке составляет 80%, то ее биомасса в расчете на сухой вес соответственно составляет $0,2 \times 10^{-13} \text{ г}$. Расчет биомассы микроскопических грибов учитывается, исходя из удельного веса мицелия – $1,05 \text{ г/см}^3$ и среднего диаметра гиф – 5 нм, тогда биомасса 1-го метра мицелия грибов составляет $3,9 \times 10^{-6} \text{ г}$ сухого вещества [3]. Ферментативную активность определяли по газометрическим и фотоколориметрическим методикам в прописи Щербаковой [4]. Обработка экспериментальных данных проводилась с помощью пакета MS Excel [5, 6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

По агрохимическим свойствам почвенно-грунтовые условия беловежских дубрав характеризуются богатством углерод-, азоторганической массы в лесных подстилках, низким содержанием валового фосфора, интенсивностью минерализации по почвенному профилю, что способствует экологическому равновесию роста дубрав [7]. Ферментативная активность лесных подстилок и почв беловежских дубрав тесно связана с водно-физическими свойствами и гранулометрическим составом почв, при этом она существенно возрастает от бедных песчаных к супесчано-суглинистым разновидностям. По результатам статистической обработки экспериментальных данных агрохимических и агрофизических анализов с учетом биомассы почвенных микроорганизмов были установлены регрессионно-корреляционные связи:

а) линейной

биомасса : фосфор валовой

$$Y = 31,134x - 0,03, R^2 = 0,6939, r = 0,83$$

органический углерод : азот общий

$$Y = 19,031x - 1,1187, R^2 = 0,9512, r = 0,98$$

органический углерод : плотность

$$Y = 5,5329x - 5,351, R^2 = 0,5358, r = 0,73$$

биомасса : плотность

$$Y = -3,3747x + 5,7891, R^2 = 0,6435, r = 0,80$$

б) полиномиальной

биомасса : физическая глина

$$Y = 3E-06x^6 - 0,0002x^5 + 0,0073x^4 - 0,0953x^3 + 0,5178x^2 - 0,5749x - 0,6169, R^2 = 0,4376, r = 0,66$$

органический углерод : физическая глина

$$Y = 1E-05x^5 - 0,0008x^4 + 0,0239x^3 - 0,356x^2 + 2,4256x - 3,8658, R^2 = 0,2235, r = 0,47$$

в) логарифмической

биомасса : азот общий

$$Y = 0,7639\ln(x) + 2,6868, R^2 = 0,7512, r = 0,87$$

г) экспоненциальной

органический углерод : фосфор валовый

$$Y = 0,2122e^{47,325x}, R^2 = 0,723, r = 0,85$$

(R^2 – коэффициент детерминации; r – коэффициент корреляции; рисунки 1, 2, 3, 4)

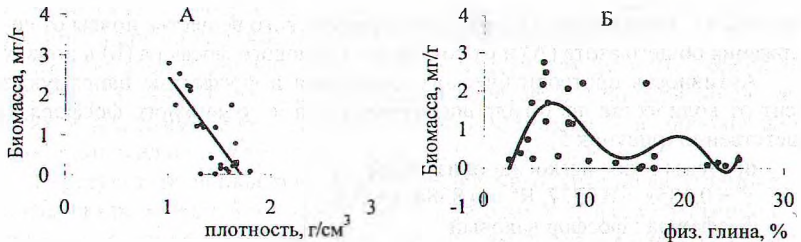


Рисунок 1 – Зависимость биомассы почвенных микроорганизмов от общей плотности (А) и от содержания физической глины (Б) почв

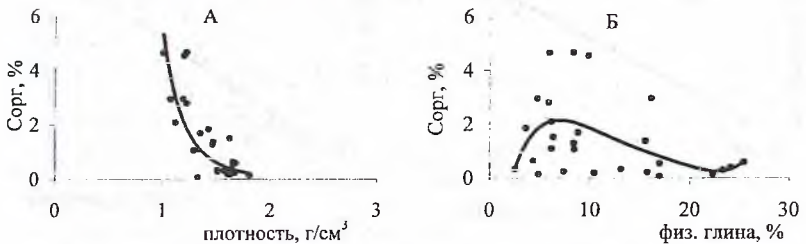


Рисунок 2 – Зависимость содержания органического вещества почвы от общей плотности почвы (А) и от количества физической глины (Б) почв

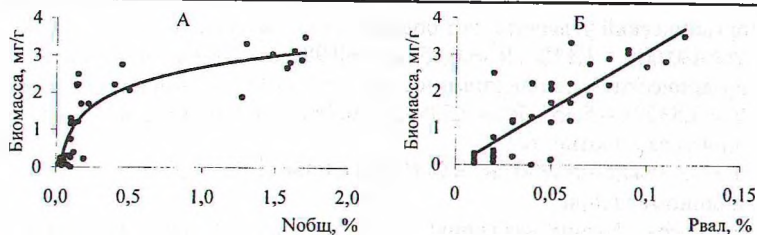


Рисунок 3 – Зависимость биомассы почвенных микроорганизмов от содержания общего азота (А) и от содержания валового фосфора (Б) в почвах

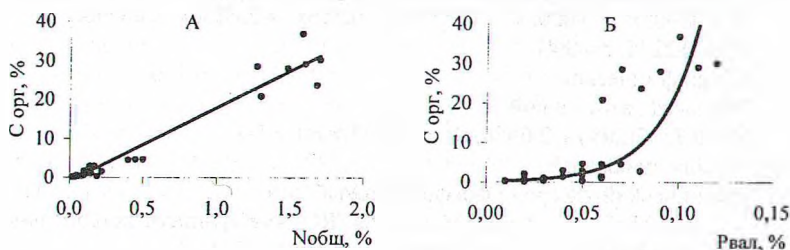


Рисунок 4 – Зависимость содержания органического вещества почвы от содержания общего азота (А) и от содержания валового фосфора (Б) в почвах

Активность протеолитического комплекса и фосфатазы напрямую зависит от количества легкогидролизуемого азота и подвижного фосфора, соответственно (рисунок 5):

протеаза : азот легкогидролизуемый

$$Y = 0,135x + 0,9377, R^2 = 0,8384, r = 0,92$$

фосфатаза : фосфор валовый

$$Y = 0,0559x + 0,0015, R^2 = 0,4255, r = 0,65$$

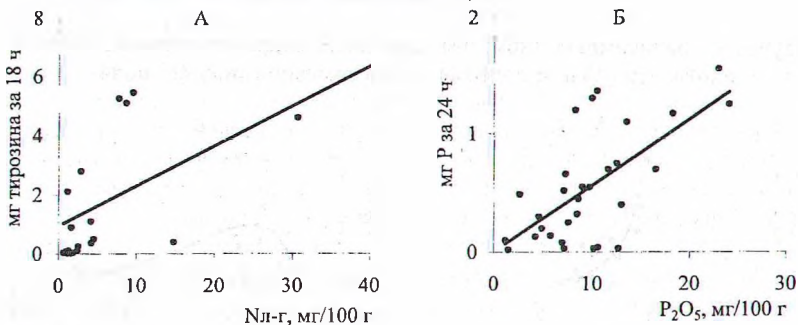


Рисунок 5 – Зависимость протеазы от содержания легкогидролизуемого азота (А) и фосфатазы от содержания подвижного фосфора (Б) в почвах дубовых насаждений

В дерново-подзолистых и бурых лесных почвах дубрав Беловежской Пуши исследованы ферментативные процессы (активности протеаз, фосфатаз, инвертаз, каталаз) трансформации органического вещества в лесных подстилках и минеральных супесчаных и суглинистых грунтах по генетическим горизонтам почвенных профилей дубрав.

Численность бактериальных клеток в подстилках дубовых насаждений составляет 6–7 млрд клеток на 1 г подстилочного субстрата, в гумусовых горизонтах количество бактерий колеблется в пределах 3–5 млрд кл./г почвы, а в иллювиально-оглеенных горизонтах их наличие снижается от 1,5 млрд бактерий до 800 млн клеток в 1 г почвы, что по бактериальной массе равняется в подстилках 0,120–0,140 мг/г воздушно-сухого подстилочного материала, в гумусовых горизонтах эти величины составляют 0,060–0,100 мг/г почвы, а со снижением по генетическому профилю биомасса бактерий уменьшается до 0,016–0,030 мг/г почвы.

Преимущественно заселены микроскопическими грибами подстилки и гумусовые горизонты бурых лесных почв черничных типов с дубом черешчатым и кисличных с дубом скальным насаждений. В дубравах развитых на дерново-подзолистых слабоподзоленных, связно-песчаных и супесчаных почвенных разновидностей, подстилаемых моренными легкими суглинками и водно-ледниковыми супесями, относительно снижается насыщенность подстилок и гумусовых горизонтов мицелиальными организмами, но заметно возрастает обогащенность бактериальной микрофлорой этих почв в орляковой, кисличной и снытевой дубравах.

Максимальная микробная биомасса в подстилках дубовых насаждений составляет 3,04–3,51 мг/г подстилочного субстрата, в минеральных горизонтах – максимум 2,06–2,75 мг/г почвы и минимум – в иллювиальных слоях и подстилающих грунтах от 0,10 до 0,25 мг/г почвы [8].

В результате обработки экспериментального материала установлены тесные связи между биомассой микроорганизмов и ферментативной активностью почв по регрессионным уравнениям логарифмической и линейной зависимостей (рисунок 6):

биомасса : протеаза

$$Y = 0,4475 \ln(x) + 1,4213, R^2 = 0,7632, r = 0,87$$

биомасса : фосфатаза

$$Y = 0,6203 \ln(x) + 2,2644, R^2 = 0,6133, r = 0,78$$

биомасса : инвертаза

$$Y = 0,459 \ln(x) + 0,6219, R^2 = 0,8285, r = 0,91$$

биомасса : каталаза

$$Y = 0,4015x + 0,3113, R^2 = 0,7376, r = 0,86$$

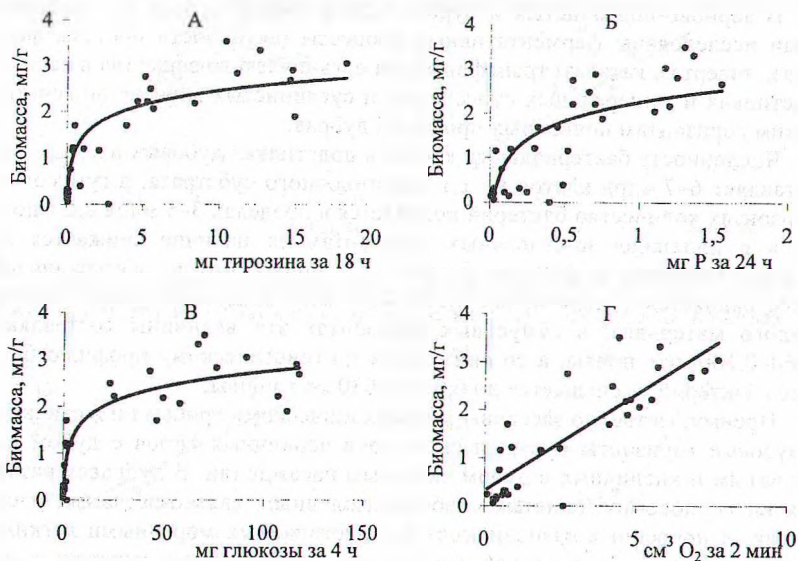


Рисунок 6 – Зависимость биомассы почвенных микроорганизмов от активности протеазы (А), фосфатазы (Б), инвертазы (В), каталазы (Г)

Были выявлены более тесные экспоненциальные зависимости между содержанием органического вещества и ферментативной активностью почв (рисунок 7):

органический углерод : протеаза
 $Y = 0,5908e^{0,2762x}$, $R^2 = 0,8439$, $r = 0,92$

органический углерод : фосфатаза
 $Y = 0,4058e^{3,1386x}$, $R^2 = 0,7702$, $r = 0,88$

органический углерод : инвертаза
 $Y = 0,6713e^{0,035x}$, $R^2 = 0,7476$, $r = 0,86$

органический углерод : каталаза
 $Y = 0,3664e^{0,6181x}$, $R^2 = 0,7968$, $r = 0,89$

ВЫВОДЫ

Статистическими расчетами выявлены достоверные регрессионно-корреляционные связи между микробной биомассой и ферментативной активностью (более тесные между микробной биомассой и инвертазой $r = 0,91$),

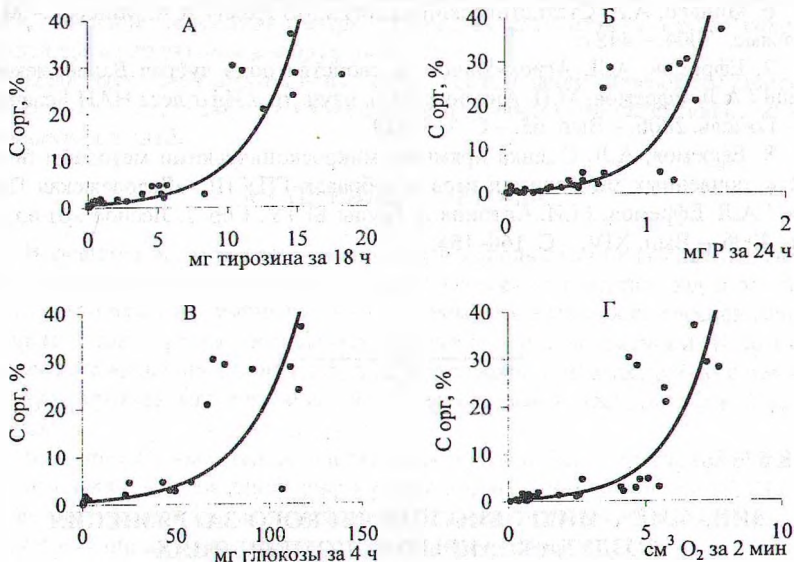


Рисунок 7 – Зависимость содержания органического вещества почвы от активности протеазы (А), фосфатазы (Б), инвертазы (В), каталазы (Г)

между содержанием биогенных элементов и агрохимическими свойствами почв дубрав Беловежской пуцци (высокие между протеазой и легкогидролизуемым азотом $r = 0,92$, между органическим углеродом и протеазой $r = 0,92$). Менее низкие закономерности выявлены между биомассой микроорганизмов и содержанием физической глины $r = 0,66$; между количеством органического углерода и физической глины $r = 0,47$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сорокин, Н.Д. Количественная оценка микробиологической активности почв / Н.Д. Сорокин // Почвоведение. – 1993. – № 8. – С. 99–103.
2. Ефремов, А.Л. Микробиота и биогенность почв сосновых лесов Беларуси / А.Л. Ефремов. – М.: ИООО «Право и экономика», 2002. – 170 с.
3. Методы почвенной микробиологии и биохимии / Д.Г. Звягинцев [и др.]; под общ. ред. Д.Г. Звягинцева. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1980. – 224 с.
4. Щербакова, Т.А. Ферментативная активность почв и трансформация органического вещества (в естественных и искусственных фитосенозах) / Т.А. Щербакова. – Мн.: Наука и техника, 1983. – 222 с.
5. Дмитриев, Е.А. Математическая статистика в почвоведении / Е.А. Дмитриев. – М.: Изд-во МГУ, 1995. – 320 с.

6. Минько, А.А. Статистический анализ в MS Excel / А.А. Минько. – М.: Вильямс, 2004. – 448 с.
7. Ефремов, А.Л. Агрохимические свойства почв дубрав Беловежской Пуши / А.Л. Ефремов, М.И. Антоник // Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Гомель, 2006. – Вып. 65. – С. 215–219.
8. Ефремов, А.Л. Оценка прямыми микроскопическими методами биомассы почвенных микроорганизмов в дубравах ГПУ НП «Беловежская Пуша» / А.Л. Ефремов, М.И. Антоник // Труды БГТУ. Сер. I. Лесное хоз-во. – Мн., 2006. – Вып. XIV. – С. 160–164.



УДК 576.80

ДИНАМИКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ

Баландина И.М.¹, Губаревич Я.О.², Пяткова С.П.²,
Свириденко Т.М.², Падутов В.Е.¹

¹*Институт леса НАН Беларуси (г. Гомель, Беларусь)*
²*Гомельская городская многопрофильная гимназия № 14
(г. Гомель, Беларусь)*

ВВЕДЕНИЕ

Воздух является средой, содержащей значительное количество микроорганизмов. С воздухом они могут переноситься на значительные расстояния. В отличие от воды и почвы, где микробы могут жить и размножаться, в воздухе они только сохраняются некоторое время, а затем гибнут под влиянием ряда неблагоприятных факторов: высыхания, действия солнечной радиации, смены температуры, отсутствия питательных веществ и т. д. Наиболее устойчивые микроорганизмы могут долго сохраняться в воздухе и обнаруживаться там с большим постоянством. К такой постоянной микрофлоре воздуха относятся споры грибов и бактерий.

Количество микроорганизмов в воздухе колеблется в значительных пределах и зависит от метеорологических условий, расстояния от поверхности земли, от близости населенных пунктов и т. д. Наибольшее количество микробов содержит воздух промышленных городов, наименьшее – воздух лесов, гор [1]. Много бактерий находится в воздухе помещений, где неизбежно мас-