

популяции популяция начинает интенсивно размножаться (переходит на короткое время в г-стратегию), когда еще можно успеть вывести численность на положительную полуривную по Арнольду. Однако же, при мониторинге популяции данный экстремум может ввести в заблуждение и том, что популяция в порядке, поэтому данные кривые необходимо отличить, чтобы правильно выбрать стратегию работы с численностью популяции.

Итоговые решения уравнения данной модели были дополнены ограничениями по квоте вылова рыб (дополнение модели Арнольда), а также оптимальной скоростью роста при искусственном восстановлении популяции исходя из дискретного отображения преобразованного логистического уравнения, она должна составлять около $(3 + 2C)$ (нормированные коэффициенты). Дальнейшее исследование модели планируется для конкретных эколого-экономических систем.

В результате проделанной работы следует сделать следующие выводы:

1. Существует ряд дифференциальных уравнений, описывающих реальные процессы, решение которых аналитическим путем и при помощи дискретного отображения, дают различные результаты, которые совпадают с результатами эксперимента. Поэтому данные уравнения требуют подробного анализа в каждом конкретном случае, в дальнейшем планируется разобрать хотя бы часть уравнений, для которых было открыто наличие хаотических решений (например, турбулентность уже была исследована данным методом и поведение самолета в аэродинамической трубе доказало состоятельность выводов).

2. Численные методы уступают в точности аналитическому решению. Некоторые численные методы, например, рекурсии, могут применяться без ограничений точности для дискретных уравнений, либо дифференциальных уравнений, имеющих дискретное отображение. Планируется разработать алгоритмы для численного решения таких уравнений. Основные же численные методы, Эйлера, или трапеций состоятельны для решения «неблужущихся» интегралов, либо для обработки большого количества данных в уравнениях, имеющих устойчивые решения.

3. Как видно из графика на рис. 1, недопустима жесткая квота вылова рыб из водоемов, так как при некоторых условиях популяция может критически уменьшиться. Причем эти условия очень легко достигаются небольшими флуктуациями, так как решения уравнений неустойчивы. Квота должна также представлять собой функцию $C = C(G)$, ее исследование планируется в дальнейшем.

Литература

1. Арнольд В. И. Арнольд 84 «Жесткие» и «мягкие» математические модели – МЦНМО, 2004. – 32 с.
2. Самарский А. А., Михайлов А. П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. 2-е изд., испр. – М.: Физматлит, 2001. – 320 с.

3. Фейгенбаум М. Универсальность в поведении нелинейных систем // Успехи физических наук. – 1983. – Т. 141, вып. 2. – С. 343-374.
4. Feigenbaum M. J. – J. Stat. Phys., 1978, v. 19, p. 25; 1979, v. 21, p. 669; Lecture Notes in Physics, 1979, v. 93, p. 163; Comm. Math. Phys., 1980, v. 77, p. 65.

INVESTIGATION OF LOGISTIC EQUATIONS AT ECOLOGICAL RESEARCHES

Horuyko K. V.¹, Dzhemtsyuk I. A.², Poletaev D. A.¹

¹ I. Vernadsky Crimean Federal University

² M. P. Lomonosov Moscow state academy of fine chemical technology

Abstract: The paper compares the solutions of the logistic equations used for modeling the fish population. Equations are solved numerically and analytically. Analysis of solutions of logistical equations by various methods is carried out and directions of optimization of the catch quota for fish are indicated.

Keywords: quota of catch, disappearance of populations, logistic equation, Feigenbaum mapping.

УДК 631.4

ОРГАНИЧЕСКОЕ ВЕЩЕСТВО ЗАЛЕЖНЫХ ПОЧВ ЛЕСОСТЕПИ

Валева А.А., Смирнова Е.В., Гилятуллин К.Г.

Казанский федеральный университет, г. Казань, РФ, e-mail: valeyabv@mail.ru

Аннотация: Методом ИК-Фурье спектроскопии исследовались образцы пахотного горизонта залежных почв лесостепи. Особенностью изученных образцов разновозрастных залежных почв является наличие полос поглощения характерных эфиром алифатических спиртов, метиленых и метиленовых групп. В верхнем слое обнаружена пероксидная группа, характерная в верхних горизонтах может быть связана с автоокислением органических и гетероорганических соединений кислородом воздуха.

Ключевые слова: гумус, органическое вещество почвы, ИК-спектры, залежи, лесостепь.

Почвенное органическое вещество представляет собой сложную систему, состоящую из множества высокомолекулярных соединений, различающихся по молекулярным массам и химической неоднородности [3]. Трудности изучения связаны с присутствием органического вещества (ОВ) как в свободной форме, так и связанных с минеральной частью почвы. Традиционные подходы к исследованию ОВ почв основываются на разрушение этих связей с помощью различных приемов химической экстракции [1, 4] и изучение полученных препаратов с применением методов, разработанных для анализа природных и искусственных органических соединений. Наряду с трудоемкостью и сложностью процедур существенным недостатком химических методов является изменение исходной природы гумусовых веществ (ГВ) [2, 4].

Метод ИК-Фурье спектроскопии является одним из самых информативных и быстрых методов изучения качественного и

количественного состава природных объектов. Однако при всех достоинствах ИК-Фурье спектроскопии, его применение к почвам имеет существенный недостаток – наложение мощных полос поглощения минеральной части на относительно слабые полосы функциональных групп ГВ.

В данной работе было исследовано ОВ разновозрастных залежных почв (1 года и 70-75 лет). Образцы из старопашотного горизонта отбирались послонно (через 5 см) на глубину до 20 см. Образцы после тщательного отбора корней растарались и пропускались через сито 0,1 мм. Для коррекции полове поглощения кварца и глинистых минералов в качестве фона использована минеральная фаза исследованных образцов, которая была получена путем сжигания ОВ почв 30% H₂O₂ согласно методике [5, 6]. После окислительной деструкции почвенного ОВ для удаления остатка пероксида водорода, почва промывалась трёхкратно дистиллированной водой при центрифугировании. Навеска почвы без ОВ, после высушивания растаралась и также пропусклась через сито диаметром 0,1 мм. Данная процедура позволила получить ИК-спектры ГВ с автоматическим вычетом его фоновой минеральной фазы. Интерпретация ИК-спектров проводилась на основе работ [7].

В таблице 1 представлены спектры поглощения разновозрастных залежных почв. На ИК-спектрах исследованных образцов почв наблюдаются две полосы поглощения – широкая в области валентных колебаний ОН группы (~3400 см⁻¹) и узкая (1620±20 см⁻¹). Наличие данных частот поглощения может быть связано с водой, адсорбированной на поверхности глинистых минералов. В залежной почве (70-75 лет и 2 года) с поверхности и до глубины 15 см наблюдается увеличение интенсивности поглощения в области около 3000 см⁻¹, которые соответствуют валентным колебаниям CH₂ и CH₃ групп. Увеличение их интенсивности с глубиной может быть связано с увеличением длины цепи насыщенных углеводородов.

В области 875-873 см⁻¹ наблюдаются валентные колебания пероксидной группы (О-О) алифатических соединений, которые находятся в составе ГВ. Пероксидная группа обнаружена только в верхнем 10 см слое 70-75 летней залежи и в 5 см слое 2-х летней залежи, что может быть связано с автоокислением органических и металлоорганических соединений кислородом воздуха в верхних горизонтах почв.

Особенностью всех изученных образцов разновозрастных залежных почв является присутствие общих частот по всей глубине. Обнаружены характерные эфирам полосы поглощения валентных колебаний карбоксильной группы (С=О) в области 1310-1250 см⁻¹, что соответствует валентным колебаниям С(=О)-О и в области 1180-1130 см⁻¹, что соответствует валентным колебаниям О-С-С группы. Вероятно, это эфиры алифатических кислот, так как поглощения характерные для ароматических соединений отсутствуют. Это свидетельствует, что данные группы являются наиболее стабильными и

постоянными структурными единицами ГВ изученных почв, которые не подвергаются минерализации в результате сельскохозяйственного использования.

Таблица 1
Частоты поглощения гумусовых веществ залежных почв

Глубина, см	Волновые числа, см ⁻¹ (Группа и колебания)
	Залежные почвы возраста 70-75 лет
0-5	2960(ν _{ас} CH ₃), 2924(ν _{ас} CH ₂), 2874(ν _с CH ₃), 2860(ν _с CH ₂), 1732(νC=O), 1451(δCH ₂ , δ _{ас} CH ₃), 1414(δ _{ас} CH ₃), 1339(νC-N), 1262(νC(=O)-O), 1160(νO-C-C), 1081(νSi-O-Si), 1020(νSi-O-Si), 875(νO-O), 840(тризамещенные), 731(тризамещенные), 703(ρCH ₂)
5-10	2952(ν _{ас} CH ₃), 2924(ν _{ас} CH ₂), 2876(ν _с CH ₃), 2853(ν _с CH ₂), 1723(νC=O), 1460(δCH ₂ , δ _{ас} CH ₃), 1378(δ _с CH ₃), 1267(νC(=O)-O), 1156(νO-C-C), 1080(νSi-O-Si), 1023(νSi-O-Si), 889(пятизамещенные), 873(νO-O), 730(ρCH ₂)
10-15	2925(ν _{ас} CH ₂), 2855(ν _с CH ₂), 1732(νC=O), 1455(δCH ₂), 1263(νC(=O)-O), 1160(νO-C-C), 1018(νSi-O-Si), 777(дизамещенные), 700(дизамещенные)
15-20	1729(νC=O), 1259(νC(=O)-O), 1163(νO-C-C), 1009(νSi-O-Si)
	Залежные почвы возраста 2 года
0-5	2927(ν _{ас} CH ₂), 2856(ν _с CH ₂), 1731(νC=O), 1450(δCH ₂), 1263(νC(=O)-O), 1177(νO-C-C), 1076(νSi-O-Si), 1020(νSi-O-Si), 875(νO-O), 733(ρCH ₂), 683(монозамещенные)
5-10	2925(ν _{ас} CH ₂), 2854(ν _с CH ₂), 1735(νC=O), 1456(δCH ₂), 1264(νC(=O)-O), 1162(νO-C-C), 1018(νSi-O-Si), 913(δCH=CH ₂), 749(ρCH ₂), 682(монозамещенные)
10-15	2926(ν _{ас} CH ₂), 2854(ν _с CH ₂), 1732(νC=O), 1441(δCH ₂), 1264(νC(=O)-O), 1160(νO-C-C), 1072(νSi-O-Si), 1009(νSi-O-Si), 788(дизамещенные), 760(ρCH ₂), 684(дизамещенные)
15-20	2924(ν _{ас} CH ₂), 2853(ν _с CH ₂), 1732(νC=O), 1457(δCH ₂), 1264(νC(=O)-O), 1160(νO-C-C), 1013(νSi-O-Si), 790(дизамещенные), 766(ρCH ₂), 691(дизамещенные)

В 2-летней залежной почве выявляются неоднородные серии интенсивных полос кремнекислородных валентных колебаний в области 1100-1000 см⁻¹, которые послонно не отличаются по интенсивности и волновым числам. Это, вероятно, связано с возрастом горизонта залежной почвы, при котором вторичное накопление гумуса не значительно и изменения в спектрах ПОВ должны проявляться очень слабо.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №17-04-00846.

Литература

1. Артемьева З.С. Органическое вещество и гранулометрическая система почвы. – Москва: ГЕОС, 2010. – 240 с.
2. Копанова М.М. Органическое вещество почвы, его природа, свойства и методы изучения. – Москва: АН СССР, 1963. – 314 с.
3. Шинкарев А.А., Гиниятуллин К.Г., Латыпов М.К., Гневашев С.Г. Методические аспекты фракционирования гумусовых веществ // Почвоведение. – 2004. – №5. – С. 558-565
4. Bohn H.L., McNeal B.L., O'Connor G.A. Soil Chemistry. – New York: Wiley&Sons, 2001. – 320 p.
5. ISO 11277:1998. Soil quality – Determination of particle size distribution in mineral soil material – Method by sieving and sedimentation. Switzerland: Int. Organ. Stand, 1998.
6. Pansu M., Gautheyrou J. Handbook of soil analysis. Mineralogical, organic and inorganic methods. – Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2006. – 993 p.
7. Smith A.L. Applied Infrared Spectroscopy. – London: John Wiley and Sons, 1982. – 328p.

THE SOIL ORGANIC MATTER OF THE FOREST-STEP FOLLOW SOILS

SOILS

Valeeva A.A., Smirnova E.V., Giniyatullin K.G.
Kazan Federal University, Kazan, Russia, e-mail: valeyabc@mail.ru

Abstract: The samples of arable horizon of fallow soils of the forest-steppe were studied by the method of IR-Fourier spectroscopy. The feature of the studied samples of fallow soils is the presence of absorption characteristic bands esters of aliphatic acids, methyl and methylene groups. In the upper layer detected peroxide group which in the upper soil horizons may be associated with the oxidation of organic and organometallic compounds by air oxygen.

Keywords: humus, soil organic matter, IR spectra, fallow soils, forest-steppe.

УДК 574.21: 581.526.325.2 ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕКОТОРЫХ ПРУДОВ Г. ПСКОВА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОНА

Дрозденко Т. В.
Псковский государственный университет, г. Псков, Россия; e-mail: tboichuk@mail.ru

Аннотация: в статье показана возможность оценки качества воды городских прудов по показателям фитопланктона. Изучены качественный и количественный состав экологические особенности фитопланктона. Проведен сапробиологический анализ, согласно которому установлена средняя степень загрязнения вод исследуемых прудов.

Ключевые слова: фитопланктон, биоиндикация, эколого-географическая характеристистика, сапробиальность, пруды, г. Псков.

В настоящее время в России остро стоит вопрос неблагополучного состояния внутригородских водных объектов. Быстрое развитие городов

влечет за собой преобразование городских водных комплексов, в которые поступают неочищенные стоки, что нарушает сложившееся естественное равновесие. Между тем, городские водные объекты выполняют ряд важных функций: микроклиматическую, эколого-биологическую, санитарную, рыбохозяйственную, декоративную, рекреационную и др. Состояние водных объектов во многом определяет социально-экономическую и эстетическую привлекательность городской территории. Однако из-за мощного антропогенного пресса водоемы могут утрачивать данные функции [2].

Использование водорослей в мониторинге водных объектов позволяет своевременно и достоверно оценивать происходящие изменения в водных экосистемах [4]. Фитопланктон является первичным звеном в цепях питания и наиболее чувствителен к поступлению в водоток биогенных веществ. Микроводоросли активно участвуют в процессах самоочищения водоемов и являются важными индикаторами степени загрязнения вод [11].

Специальных мониторинговых исследований прудов г. Пскова не проводилось, в связи с чем возникает необходимость наблюдений за их состоянием для предотвращения необратимых изменений под влиянием антропогенным воздействием.

Поэтому целью данной работы стало изучение экологического состояния некоторых прудов г. Пскова по показателям фитопланктона.

Исследования проводились в мае 2016 г. в прудах района Люботово г. Пскова: Среднем и Малом. Фитопланктон собирали пластиковой емкостью объемом 0,5 л с глубины 0,3 м и фиксировали 40%-ым формалином. Обработку проб проводили стандартными методами [7]. Организмы определяли под микроскопом Carl Zeiss Axio Lab. A1. с помощью определителей [5, 6, 9]. При выделении отделов водорослей использовали систему, принятую в справочнике «Водоросли» [3]. Названия видов даны с учетом современных номенклатурных ревизий. Определение численности фитопланктона проводили в камере Нажотта ($V = 0,05 \text{ см}^3$) [7]. Анализ сходства альгофлор прудов проводили с помощью индекса Серенсена-Чекановского [10]. Для выделения экологических групп водорослей использовали данные из ряда монографий [1, 8]. Индекс сапробиальности рассчитывали по методу Пангле-Букка в модификации Сладечека [12].

В процессе изучения фитопланктона Малого пруда, расположенного вдоль проезжей части, выявлено 138 таксонов рангом ниже рода, относящихся к 13 классам, 22 порядкам, 42 семействам, 78 родам. В Среднем пруду, расположенном на территории бывшей усадьбы барона Медема, обнаружено 95 таксонов рангом ниже 12 классов, 19 порядков, 33 семейств, 61 рода (табл. 1).