

3. Билай В.И. Микроорганизмы – возбудители болезней растений. Киев: Наук. думка, 1988. 552 с.
4. Горленко М.В. О некоторых направлениях эволюции фитопатогенных грибов // Микология и фитопатология, 1995. Т. 29(1). С. 87-94
5. Toropova E.Y., Kirichenko A.A., Stetsov G.Y., Suhomlinov V.Y. Soil Infections of Grain Crops with the Use of The Resource-saving Technologies in Western Siberia, Russia // Biosciences Biotechnology Research Asia, August, 2015. Vol. 12(2). P.1081-1093
6. Тарр С. Основы патологии растений / Пер. с англ. М.: Мир, 1975. 588 с
7. Чулкина В.А. Корневые гнили хлебных злаков в Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 190 с.
8. Дурынина Е.П., Великанов Л.Л., Чичева Т.В. Влияние токсинов *Helminthosporium sativum* Sacc. на поглощение растениями ячменя элементов минерального питания из раствора // Микология и фитопатология. 1982. Т. 16(6). С. 529-535
9. Великанов Л.Л. К вопросу о биологической роли токсических метаболитов *Helminthosporium sorokinianum* Sacc. / В кн.: Микробиологические процессы в почвах и урожайность сельскохозяйственных культур. Вильнюс, 1978. С. 69-71
10. Pringle R.B. Role of toxins in etiology root disease of wheat // *Canad. J. Bot.*, 1977. Vol. 55(13). P. 1801 – 1806
11. Парфенова Т.А., Алексеева Т.П. Токсическое влияние фильтрата культуральной жидкости грибов рода *Fusarium* на семена пшеницы // Микология и фитопатология. 1995. Т. 29(1). С. 78-82
12. Берестецкий О.А. Изучение фитотоксических свойств микроскопических грибов / Методы экспериментальной микологии. Киев: Наукова думка, 1982. С. 321-333
13. Казакевич Г.Д., Киселева М.И., Овсянкина А.В. Модифицированный экспресс-метод лабораторной оценки устойчивости зерновых культур к возбудителям корневой гнили / Новые методы селекции и создание адаптивных сортов сельскохозяйственных культур: результаты и перспективы. Тез. докл. научн. сессии. Киров, 1998. С. 126-127

ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ НЕОАРЕАЛОВ ИНВАЗИВНЫХ ФИТОПАТОГЕННЫХ ГРИБОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ СРЕДЫ MAXENT

Звягинцев В.Б., Пинчук А.Г.

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Беларусь

В настоящее время применяются различные подходы к оценке вероятности инвазий вредоносных организмов на новые территории. Эта работа важна, прежде всего, для детализации карантинных мероприятий, адаптации агроценозов и нативных экосистем к вторжению чужеродных организмов, среди которых доминируют грибы. Целью данных исследований является попытка использования компьютерного моделирования, основанного на принципе максимальной энтропии, для оценки потенциального географического ареала видов фитопатогенных грибов.

Модель MaxEnt основывается на анализе геоинформационных данных об известных местонахождениях определенного вида и экологических характеристик этих местоположений, строит потенциальный ареал в сходных условиях опираясь на важность в распространении вида конкретных экологических факторов – предикторов. Среди моделей экологических ниш (ENM) алгоритм машинного обучения MaxEnt широко распространен при решении научных задач, используется в моделировании пригодности местообитаний из-за его точных возможностей прогнозирования и дополнительных описательных свойств. С целью отработки параметров модели были отобраны 2 группы видов фитопатогенных грибов из карантинного списка ЕАЭС – виды уже выявленные на территории Беларуси (*Hymenoscyphus fraxineus* Baral et al., *Phytophthora alni* Brasier, Kirk) и виды по экспертным оценкам потенциально способные к проникновению (*Phytophthora ramorum* Werres et al., *Melampsora medusae* Thüm.).

Модели вероятностного ареала строились на основании данных о распространении грибов, места находок которых

были взяты с интернет-ресурсов GBIF, EPPO и дополнены нашими собственными наблюдениями. Помимо координат точек присутствия вида для анализа распределения были использованы климатические данные и данные о рельефе (WorldClim), почвенные факторы (ISRIC SoilGrids), а также информация о растительном покрове региона (GlobCover).

Путем подбора предикторов, набор которых оказался уникальным для каждого вида фитопатогенов, и определенных настроек программы, удалось получить достаточно точную прорисовку естественных и инвазивных ареалов. На выходе, мы получаем карту желаемого масштаба (регион, страна, континент, мир) с потенциальным ареалом исследуемого вида, раскрашенным по шкале вероятности его развития в конкретных условиях от 0 до 100%. С различной вероятностью модель MaxEnt допускает возможность проникновения *Ph. ramorum*, *M. medusae*. в Восточную Европу включая территорию Беларуси.

На основе проведенных математических проверок и визуальной оценки полученного картографического материала сделан вывод о высокой точности используемого метода компьютерного моделирования, что подтверждается литературными данными и нашими собственными исследованиями распространенности изучаемых инвазивных видов. Считаем модель MaxEnt вполне перспективным инструментом для решения задач в области отслеживания ареалов инвазивных фитопатогенных грибов.